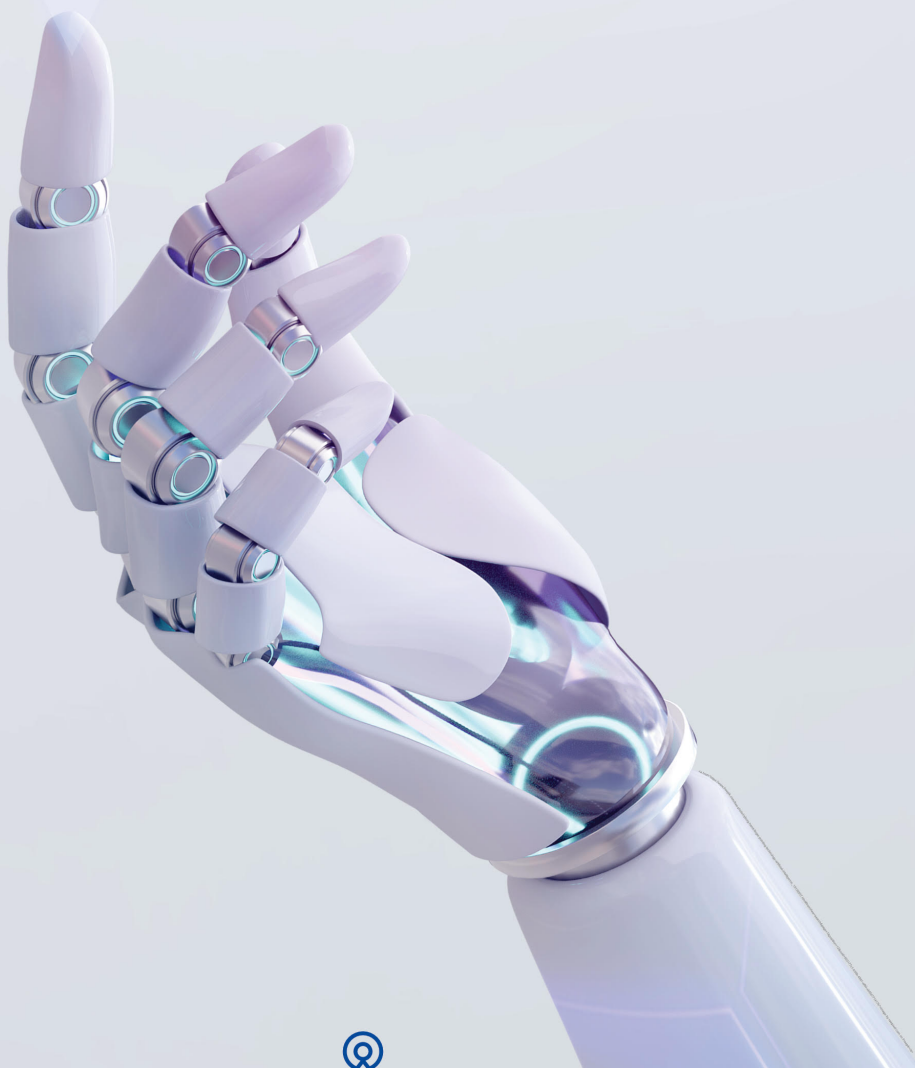


Volumen XI, Número 1, Enero - Abril 2024 - ISSN: 2395-9061



TECNOLOGÍA EDUCATIVA

REVISTA CONAIC



CINTILLO LEGAL

Tecnología Educativa Revista CONAIC, Volumen XI, Número 1, Enero – Abril 2024, es una publicación cuatrimestral editada por el Consejo Nacional de Acreditación en Informática y Computación A.C. – CONAIC, calle Porfirio Díaz, 140 Poniente, Col. Nochebuena, Delegación Benito Juárez, C.P. 03720, Tel. 01 (55) 5615-7489, <http://www.conaic.net/publicaciones.html>, editorial@conaic.net. Editores responsables: Dra. Alma Rosa García Gaona y Dr. Francisco Javier Álvarez Rodríguez. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2016-111817494300-203, ISSN: 2395-9061, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Tecnología Educativa Revista CONAIC, MTIE. Francisco Javier Colunga Gallegos, calle Porfirio Díaz, 140 Poniente, Col. Nochebuena, Delegación Benito Juárez, C.P. 03720.

Su objetivo principal es la divulgación del quehacer académico de la investigación y las prácticas docentes inmersas en la informática y la computación, así como las diversas vertientes de la tecnología educativa desde la perspectiva de la informática y el cómputo, en la que participan investigadores y académicos latinoamericanos.

Enfatiza y declara expresamente la publicación de artículos de investigaciones con exigencia en la originalidad con carácter inédito y arbitrado.

Al menos el 60% del contenido de la publicación tiene carácter de investigación original dentro del ámbito científico y académico en el área de la tecnología educativa en torno a la ingeniería de la computación y la informática.

Toda publicación firmada es responsabilidad del autor que la presenta, los cuales son ajenos a la entidad editora y no reflejan necesariamente el criterio de la revista a menos que se especifique lo contrario.

Se permite la reproducción de los artículos con la referencia del autor y fuente respectiva.

EDITORES

Dra. Alma Rosa García Gaona - [Consejo Nacional de Acreditación en Informática y Computación A.C.](#)

Dr. Francisco Javier Álvarez Rodríguez – [Universidad Autónoma de Aguascalientes.](#)

Asistente Editorial

MTIE. Francisco Javier Colunga Gallegos - [Consejo Nacional de Acreditación en Informática y Computación A.C.](#)

INDEXACIÓN

- Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal – LATINDEX
- Google Académico
- Directory of Open Access Journals – DOAJ
- Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico – REBID
- DOI – Crossref Content Registration

PORTADA

Diseño: Lic. Yamil Alberto Muñoz Maldonado.

Propiedad del Consejo Nacional de Acreditación en Informática y Computación A.C.

CONSEJO EDITORIAL

COLOMBIA

Dr. Cesar Alberto Collazos Ordóñez

Universidad del Cauca

ECUADOR

Dr. René Faruk Garzozzi Pincay

Universidad Estatal Península de Santa Elena

MÉXICO

Dra. Ana Lidia Franzoni Velázquez

Instituto Tecnológico Autónomo de México

Dr. Jaime Muñoz Arteaga

Universidad Autónoma de Aguascalientes

Dr. Raúl Antonio Aguilar Vera

Universidad Autónoma de Yucatán

Dra. Ma. del Carmen Mezura Godoy

Universidad Veracruzana

VENEZUELA

Dr. Antonio Silva Sprock

Universidad Central de Venezuela

COMITÉ EDITORIAL

Dra. Rosa García Tamayo

Dr. José Luis Hernández Ameca

Mtra. Judith Pérez Marcial

Mtro. Fernando Rodríguez Bernal

Mtra. María del Carmen Santiago Díaz

Mtra. Ana Claudia Zenteno Vázquez

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Dr. José Ramón Zavala Ramírez

Centro de Desarrollo Académico en Investigación Científica

Dr. Jorge Edmundo Mastache Mastache

Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán

Mtra. Irma Angélica García González

Instituto Tecnológico Superior de Xalapa

Dr. Emmanuel Contreras Medina

Universidad Autónoma de Coahuila

Dra. Ana Marcela Herrera Navarro

Mtro. Diego Octavio Ibarra Corona

Dr. Mauricio Arturo Ibarra Corona

Dr. Hugo Jiménez Hernández

Mtro. Jorge Luis Pérez Ramos

Dra. Selene Ramírez Rosales

Universidad Autónoma de Querétaro

Mtro. Javier Alejandro Granados Magaña

Mtro. Janoé Antonio González Reyes

Universidad Autónoma de Nayarit

Mtro. Julio César Díaz Mendoza

Universidad Autónoma de Yucatán

Mtro. Rubicel Cruz Moreno

Mtro. José Luis Gómez Ramos

Dra. Martha Patricia Silva Payró

Dr. Miguel Antonio Wister Ovando

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Ing. José Alfredo Cobián Campos

Universidad Nacional Autónoma de México

Dra. María Andrade Aréchiga

Dr. Pedro Damián Reyes

Dr. Juan Antonio Guerrero Ibáñez

Dr. José Roman Herrera Morales

Dr. Osva Antonio Montesinos López

Dr. Juan Manuel Ramírez Alcaraz

Mtro. Armando Román Gallardo

Mtra. Sara Sandoval Carrillo

Universidad de Colima

Dr. José Luis David Bonilla Carranza

Universidad de Guadalajara

Mtra. Karina Balderas Pérez

Universidad de Ixtlahuaca

Dr. Edgard Iván Benitez Guerrero

Dra. Margarita Edith Canal Martínez

Dra. María de Lourdes Hernández Rodríguez

Dr. Sergio Francisco Juárez Cerrillo

Dra. Virginia Lagunes Barradas

Dr. Jesús Roberto Méndez Ortiz

Mtro. Carlos Alberto Ochoa Rivera

Mtro. Christian Pérez Salazar

Mtra. María Yesenia Zavaleta Sánchez

Universidad Veracruzana

CONTENIDO

Editorial.....7

ARTÍCULOS

Desarrollo de una Plataforma Web para la Elección de Asesor en un Entorno Virtual. / Development of a Web Platform for the Election of Advisor in a Virtual Environment.....8 - 20

Juárez Leonides, N., Huerta Mendoza, J.C., Vargas Requena, D.T., Rodríguez Rodríguez, W.E., Rodríguez Rodríguez, A.J., Tijerina Rodríguez, R.G.

Prevención de diabetes con técnicas de aprendizaje automático, hacia un futuro sostenible. / Diabetes prevention with machine learning techniques, towards a sustainable future.....21 - 26

Silvia Soledad Moreno Gutiérrez, Daniel Tlanepantla Pantoja1 y Yoali Trejo Ambrosio.

Análisis comparativo del rendimiento de servicios de red en plataformas Windows y Linux. / Comparative analysis of network services performance on Windows and Linux platforms.....27 - 34

Jesús Roberto Méndez Ortiz, Jisell Adamari García Juan, Carlos Alberto Ochoa Rivera, Alicia Yazmín Rojas Luna y Alberto Jair Cruz Landa.

Aplicación de técnicas de reducción de dimensionalidad y visualización de datos en retroalimentaciones de cursos en línea. / Application of dimensionality reduction techniques and data visualization in online course feedback.....35 - 40

Dorian Ruiz Alonso, Claudia Zepeda Cortés, Hilda Castillo Zacatelco y José Luis Carballido Carranza.

Aplicación Web Graficadora para Regresión Lineal de apoyo bajo el modelo de Educación Basada en Web. / Graphing Web Application for Linear Regression to support the Web-Based Education model.....41 - 47

Rubén Peredo Valderrama e Iván Peredo Valderrama.

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.....48 - 54

Rubén Peredo Valderrama e Iván Peredo Valderrama.

“Emotions Analytic”: Plataforma Web que monitorea las emociones de los usuarios en las Redes Sociales. / “Emotions Analytic”: Web platform that monitors the emotions of users on Social Networks.....55 - 61

Ana Lilia Sosa López, Roberto Custodio Martínez y Manuel Torres Vásquez.

Recursos Educativos Abiertos y Apps para apoyar el pensamiento computacional en estudiantes de bachillerato. / Open Educational Resources and Apps to support computational thinking in high school students.....62 - 66

Carmen Cerón Garnica, Etelvina Archundia Sierra, Avendaño, Yolanda Moyao, Beatriz Beltrán y Víctor Manuel Mila.

Herramientas de la inteligencia artificial en la práctica docente en educación media superior. / Tools of artificial intelligence in teaching practice in higher secondary education.....67 - 72

Carmen Cerón Garnica, Jorge Fernández Pérez, Etelvina Archundia Sierra y Alejandra Flores Santos.

El sistema Braille en la enseñanza de las matemáticas y la computación a personas con discapacidad visual. / The Braille system in teaching mathematics and computing to people with visual disabilities.....	73 – 78
Georgina Eslava García y Hugo Reyes Martínez.	
Diseño de app centrado en el usuario para recomendación de dietas para diabéticos tipo 2 usando Dijkstra. / User-centered app design for diet recommendation for type 2 diabetics using Dijkstra.....	79 – 91
Elsa Estrada Guzmán, Jiménez Pelayo Joshua Amaury, Martínez Cruz Alan Emanuel y Pérez Guerra César Omar.	
Evaluación de Algoritmos de Aprendizaje Supervisado usando Modelos Binarios para Clasificación de Análisis de Sentimiento. / Evaluation of Supervised Learning Algorithms Using Binary Models for Sentiment Analysis Classification.....	92 – 97
Emmanuel Morales García, Cecilia Cruz López, Julia Aurora Montano Rivas y Diana Laura Aguirre Capistran.	
Diseño de una estrategia didáctica autogestiva virtual para el fortalecimiento del curso de programación modular. / Design of a virtual self-managed teaching strategy to strengthen the modular programming course.....	98 – 106
María Elena Romero Gastelú, Janette Araceli Castellanos Barajas, Patricia Sánchez Rosario y Abelardo Gómez Andrade.	
Análisis de la presencia de habilidades blandas en bolsas de trabajo usando web scraping en Python. / Analysis of the presence of soft skills in job boards using web scraping in Python.....	107 – 112
José Eduardo Guevara Molina, María Azucena Flores Sánchez, Judith Pérez Marcial, Ana Claudia Zenteno Vázquez, María del Carmen Santiago Díaz, Gustavo Trinidad Rubín Linares y Yeiny Romero Hernández.	
Aplicación tecnológica para enfrentar los desafíos de los cursos del Programa de Educación Abierta (PEA) durante la pandemia COVID 19. / Technological application to face the challenges of the Open Education Program (PEA) courses during the COVID 19 pandemic.....	113 – 123
César Isaac Cruz Morales, Martha Mora-Torres y Lourdes Sánchez Guerrero.	

EDITORIAL

Tecnología Educativa Revista CONAIC al interior de su primer volumen, se encuentra conformado por investigadores enfocadas en la mejora de la calidad en la investigación y la académica desde la mirada de la computación y la informática con relación al Desarrollo de una Plataforma Web para la Elección de Asesor en un Entorno Virtual; la Prevención de diabetes con técnicas de aprendizaje automático, hacia un futuro sostenible; el Análisis comparativo del rendimiento de servicios de red en plataformas Windows y Linux; la Aplicación de técnicas de reducción de dimensionalidad y visualización de datos en retroalimentaciones de cursos en línea; la Aplicación Web Graficadora para Regresión Lineal de apoyo bajo el modelo de Educación Basada en Web; la Aplicación Web de Tareas de apoyo con reconocimiento de sentimientos con Multimedia, Spring Boot, React.js, TensorFlow.js.; la “Emotions Analytic”: Plataforma Web que monitorea las emociones de los usuarios en las Redes Sociales; los Recursos Educativos Abiertos y Apps para apoyar el pensamiento computacional en estudiantes de bachillerato; las Herramientas de la inteligencia artificial en la práctica docente en educación media superior; el El sistema Braille en la enseñanza de las matemáticas y la computación a personas con discapacidad visual; el Diseño de app centrado en el usuario para recomendación de dietas para diabéticos tipo 2 usando Dijkstra; la Evaluación de Algoritmos de Aprendizaje Supervisado usando Modelos Binarios para Clasificación de Análisis de Sentimiento; el Diseño de una estrategia didáctica autogestiva virtual para el fortalecimiento del curso de programación modular; el Análisis de la presencia de habilidades blandas en bolsas de trabajo usando web scraping en Python; la Aplicación tecnológica para enfrentar los desafíos de los cursos del Programa de Educación Abierta (PEA) durante la pandemia COVID 19.

Inicia este año con una consolidación de Tecnología Educativa Revista CONAIC gracias a que se cumple una década como un espacio académico y científico de alta calidad, enfocado en brindar investigaciones que contribuyen a la mejora continua de manera transdisciplinaria, objetiva y contextual acorde a las visiones contemporáneas en materia de la computación y la informática.

Reconocemos al Consejo Editorial, así como también a los Comités Editoriales y Autores por loables contribuciones a lo largo de esta década cumplida, en función de la generación de conocimiento en torno a la tecnología educativa desde la perspectiva de la computación y la informática.

LOS EDITORES

Desarrollo de una Plataforma Web para la Elección de Asesor en un Entorno Virtual Development of a Web Platform for the Election of Advisor in a Virtual Environment

Juárez Leonides, N., Huerta Mendoza, J.C., Vargas Requena, D.T., Rodríguez Rodríguez, W.E., Rodríguez Rodríguez, A.J., Tijerina Rodríguez, R.G.
Ingeniero en Sistemas Computacionales, Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Rodhe-Universidad Autónoma de Tamaulipas
Carretera a San Fernando cruce con canal Rodhe, Colonia Arcoíris, s/n. 88779 Cd. Reynosa, Tamaulipas, México.
a2173720029@alumnos.uat.edu.mx, jchuerta@docentes.uat.edu.mx, vargas@docentes.uat.edu.mx, wrodriguez@docentes.uat.edu.mx, arodriguez@docentes.uat.edu.mx, rtijerina@docentes.uat.edu.mx

Fecha de recepción: 7 de noviembre de 2023

Fecha de aceptación: 20 de abril de 2024

Resumen. En este trabajo se desarrolla una plataforma web que pueda ser utilizada por los estudiantes del programa “Ingeniero en Sistemas Computacionales” de la Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Rodhe-Universidad Autónoma de Tamaulipas en la búsqueda de asesor para el desarrollo de su proyecto de Seminario de Investigación por medio de un algoritmo determinando cuál de un grupo de docentes es el óptimo para fungir como asesor. Se utilizan las herramientas HTML, CSS, JavaScript y Bootstrap, ASP.NET Framework, además del patrón arquitectónico Modelo-Vista-Controlador para la estructuración y organización del código de la plataforma para facilitar su desarrollo.

Palabras Clave: Plataforma WEB, Patrón de Arquitectura de Software, Entorno Virtual.

Summary. In this work, a web platform is developed that can be used by the students of the "Computer Systems Engineer" program of the Reynosa Rodhe Multidisciplinary Academic Unit-Autonomous University of Tamaulipas in the search for an advisor for the development of their Research Seminar project by means of an algorithm determining which of a group of professors is the optimal to serve as advisor. HTML, CSS, JavaScript and Bootstrap, ASP tools are used, as well as the Model-View-Controller architectural pattern for the structuring and organization of the platform's code to facilitate its development.

Keywords: WEB Platform, Software Architecture Pattern, Virtual Environment.

1 Introducción

El profesional que incorpora en su quehacer laboral el proceso de investigación le permite ocupar los cargos o puestos de mayor prestigio, pues contribuye a la gestión y aseguramiento de la calidad en los procesos al interior de las organizaciones [1]. Las Instituciones de Educación Superior (IES) que han centrado sus esfuerzos para la transferencia de tecnología, generación de conocimiento y su difusión, han observado resultados positivos en la investigación básica y aplicada para el desarrollo de proyectos que involucran la participación de sus estudiantes y profesores, fortaleciendo la vinculación entre las organizaciones [2]. La investigación es una actividad que puede considerarse como proceso de construcción social; las IES que adoptan este paradigma en los planes de estudios de sus Programas Educativos (PE) provee a sus estudiantes la capacidad de expresión oral y escrita con mayor razonamiento, compromiso ético, responsabilidad y profesionalismo [3, 4]. La Academia Mexicana de Computación, A.C. (Amexcomp) ha identificado especialidades académicas desarrolladas en México por centros de investigación e IES especializados en computación y tecnologías de la información que son trascendentales para ayudar a resolver problemas transversales en las áreas de la medicina, industria y sociedad. Por ejemplo, en el área de la medicina se ha desarrollado ingeniería computacional para la generación automática de modelos para clasificar tipos y subtipos de leucemia a partir de imágenes de médula; en el área de la industria se han desarrollado aplicaciones para mejorar los procesos de producción de materiales conductores; en el área de entorno social se ha generado tecnología de la información para mejorar la calidad de transporte de los ciudadanos, entre otros [5]. El Consejo Nacional de Acreditación en Informática y Computación, A.C. (CONAIC) define que el proceso de investigación que se promueve en PEs afines a estas áreas específicas consiste en la generación de conocimiento nuevo o la organización del ya existente, aplicado al desarrollo de dispositivos físicos y metodologías, con el objetivo de responder a las necesidades o carencias de la sociedad [6].

En la Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Rodhe (UAMRR)-Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT) los PEs “Ingeniero en Sistemas Computacionales” (ISC) y “Maestría en Ciencias y Tecnologías

Computacionales” (MCTC) cultivan la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC): “Tecnologías para la Transformación Digital” a través de los cuerpos colegiados, con la participación de estudiantes y profesores. Esta LGAC tiene como objetivo generar tecnología computacional que contribuya a las organizaciones desarrollar, almacenar y procesar datos de forma inteligente, a través de la planificación estratégica informática, automatización de procesos que haga sinergia entre la tecnología tradicional con inteligencia artificial, interconexión de la cadena de valor vía banda ancha, y acceso digital al usuario a través de Internet [7]. El PE ISC incorpora en su plan de estudios la asignatura “Seminario de Investigación I” en octavo semestre y la asignatura “Seminario de Investigación II” en noveno semestre para que el estudiante desarrolle esta LGAC en su proyecto de tesis. Esto les permite a los alumnos aplicar los conocimientos que han adquirido en su trayectoria estudiantil haciendo uso del método científico para atender un problema que hayan identificado en su entorno laboral, social, académico, etc. Por lo tanto, para la elaboración de su proyecto de tesis es necesario seleccionar a un docente/investigador de la planta académica como asesor que esté relacionado con el área temática del proyecto de tesis que va a desarrollar. Sin embargo, este proceso de búsqueda de asesor por parte del estudiante puede ser complicado debido a la carga de trabajo del profesor/investigador, los proyectos que está asesorando en ese momento, sus áreas de especialización, su disponibilidad de horario, entre otros factores, generando incertidumbre en el estudiante al no saber que docentes se adaptan de mejor manera a su proyecto de seminario de investigación (con la posibilidad de elevarlo a Tesis de Licenciatura).

En materia de Tecnología Educativa el desarrollo de plataformas y aplicaciones para la identificación de profesores para la asignación de asesorías en PEs de licenciatura han generado un creciente interés en los últimos años [8-10]. El objetivo general de esta investigación es desarrollar una plataforma web basada en el patrón arquitectónico Modelo Vista-Controlador (MVC) que identifique cuál es el profesor/investigador más idóneo para asesorar al estudiante en su proyecto de tesis de acuerdo con el área de especialización del docente. Esta plataforma web basa su principio de operación en 4 puntos estratégicos:

1. Contar con el perfil académico de los docentes.
2. Identificar a los docentes por áreas de especialización
3. Desarrollar el módulo que tiene la función de determinar cuál es el profesor/investigador óptimo para el proyecto de investigación.
4. Desarrollar la autenticación de los usuarios de acuerdo con su rol (alumno o profesor).

Para el desarrollo de esta plataforma se utilizan tecnologías indispensables en el desarrollo web. Del lado del cliente se utilizan tecnologías como HTML, CSS, JavaScript y Bootstrap, mientras que del lado del servidor se utilizan tecnologías como ASP.NET Framework y SQL Server. Este trabajo de investigación se desarrolló en la UAMRR-UAT con los estudiantes y profesores del PE ISC durante el período escolar primavera 2023 (enero a mayo de 2023).

2 Fundamentos teóricos

Desarrollo web: Consiste en el diseño, desarrollo y mantenimiento de sitios y plataformas web que se ejecutan en el navegador. Los sitios se definen como una página en donde los administradores realizan publicaciones de manera periódica y los usuarios ven la información, mientras que en las plataformas los usuarios acceden a ella por medio de una cuenta para hacer uso de las funciones que ofrece. Para su desarrollo se emplean tecnologías que operen del lado del servidor y de lado del cliente [11].

Desarrollo web del lado del cliente (Front End): También conocido como FrontEnd se encarga de dar un estilo a la página para que despliegue la información de manera amigable y entendible para el usuario, ya sean imágenes, texto y el diseño de la interfaz de la página, además de las funciones que se puedan realizar en el navegador web [12]. Las principales tecnologías que se utilizan para su desarrollo son: HTML, CSS, JavaScript, Frameworks. HTML (HyperText Markup Language) es el lenguaje de marcado de hipertexto, se usa principalmente para el desarrollo de páginas y aplicaciones web. No es considerado un lenguaje de programación debido a que carece de funciones aritméticas, estructuras de control, operadores lógicos, entre otras cosas que definen un lenguaje de programación, por lo que se le considera un lenguaje de etiquetas, además de que es el componente más básico utilizado para el desarrollo de una aplicación web, se encarga de definir la estructura básica de dicha aplicación [18]. CSS (Cascading Style Sheets) se puede definir como un lenguaje utilizado para darle estilos a los elementos de HTML, como, por ejemplo, el tamaño, el color, el fondo, los bordes, etc. Debido a que HTML solo es utilizado para estructurar una página web, CSS es el encargado de darle estilos personalizados a las páginas web para tener una mejor presentación y sea más tractiva y entendible para los usuarios que visitan estos sitios [19]. JavaScript también se le denomina un lenguaje de scripting. Los scripts son archivos de órdenes y por lo general son simples. Este tipo de lenguajes son interpretados por lo que se puede ejecutar de forma directa

[20]. JavaScript soporta elementos de sintaxis de programación estructurada de C, además, JavaScript hace distinciones entre expresiones y comandos. Framework se puede definir como una estructura constituida por algunos componentes como librerías las cuales se utilizan por parte del desarrollador para realizar alguna aplicación. Frameworks son utilizados en el desarrollo de aplicaciones ya que cuentan con una estructura ya definida la cual se utiliza para ahorrar tiempo y esfuerzo en el desarrollo de alguna aplicación [21].

La figura 1, muestra una representación de las tecnologías empleadas para el desarrollo web del lado del cliente y que han sido utilizadas en este trabajo de investigación.

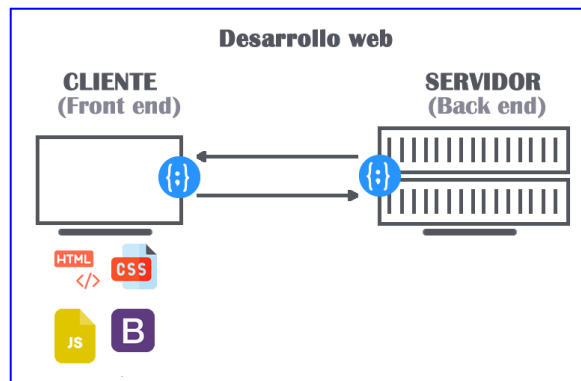


Figura 1. Tecnologías empleadas para el desarrollo web del lado del cliente.

Desarrollo web del lado del servidor (Back End): También conocido como BackEnd es una capa del software la cual tiene acceso restringido para el usuario común. Se orienta a lo que existe detrás de la interfaz del lado del cliente teniendo como prioridad que el funcionamiento de la aplicación sea correcto (verificar el inicio de sesión, ayudar con la gestión de los roles del usuario, manejo de la información, etc.). En esta capa se encuentra la lógica de la aplicación que opera los datos almacenados en una base de datos que está ubicada en el servidor [12]. Para su desarrollo se usan las tecnologías: ASP.NET y SQL Server. ASP.NET es una plataforma desarrollada por Microsoft para el desarrollo de aplicaciones web, trabaja principalmente del lado del servidor, fue lanzado por primera vez en enero del 2002. Con ASP.NET se pueden desarrollar varios tipos de aplicaciones web, desde páginas web sencillas hasta aplicaciones web más complejas soportando grandes cantidades de trabajo y de operaciones a la vez [22]. SQL Server es un sistema gestor de base de datos relacionales desarrollado por la empresa Microsoft, que proporciona múltiples herramientas para la creación y gestión de una base de datos. Los manejadores de base de datos son programas destinados para crear y gestionar las bases de datos, por lo que con estos programas se pueden almacenar y recuperar la información de una base de datos de una manera más eficiente [23].

La figura 2, muestra una representación de las tecnologías empleadas para el desarrollo web del lado del servidor y que han sido utilizadas en este trabajo de investigación.

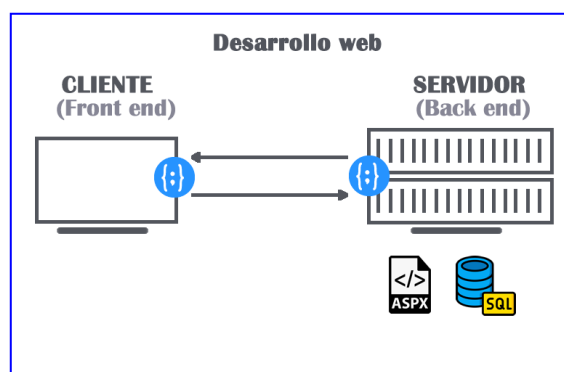


Figura 2. Tecnologías empleadas para el desarrollo web del lado del servidor.

Metodologías de desarrollo de software Scrum: Está basada en técnicas heurísticas que provienen de las prácticas de producción de código, es flexible a los cambios que se presentan durante el desarrollo del proyecto, las entregas de los avances son tempranas y continuas, el proyecto principal se divide en proyectos más pequeños y hay una mayor comunicación con los usuarios. En esta metodología se definen 3 roles: Scrum máster (líder del equipo de desarrollo), el dueño del producto (representa a los clientes que usan el software) y el equipo de desarrollo de las funcionalidades del software. Esta metodología emplea un modelo representativo que se llama

sprint que consta de las fases: reunión de planeación, reunión diaria, trabajo de desarrollo, revisión y retrospectiva del sprint [13, 14]. Para el desarrollo de la plataforma web de esta investigación se utiliza la metodología Scrum.

Modelo Vista-Controlador (MVC): Es un patrón de arquitectura de software utilizado por los desarrolladores debido a que separa la lógica comercial y la interfaz de usuario, facilitando a los desarrolladores crear plataformas web de forma sencilla por la separación de cada uno de los aspectos con los que cuenta la plataforma, esto permite también brindar un mejor mantenimiento y realizar actualizaciones de la plataforma [15]. El modelo es el encargado de la lógica de los datos con los que trabaja el usuario, recuperando y agregando información a una base de datos. Las vistas son los componentes que muestran la interfaz que el usuario ve en su pantalla y por lo general se crean a partir de los datos que procesan los modelos [15]. El controlador es el componente que realiza la interacción con el usuario, opera tanto con las vistas como con el modelo por una conexión dinámica por lo que trabaja como intermediario entre ambos. Procesa toda la información que ingresa y manipula los datos a través del modelo y finalmente selecciona una vista para mostrárselos al usuario [15]. Cabe resaltar que el MVC es compatible con el framework ASP.NET de Microsoft. En la Figura 3 se presenta el esquema de operación general de la arquitectura MVC.

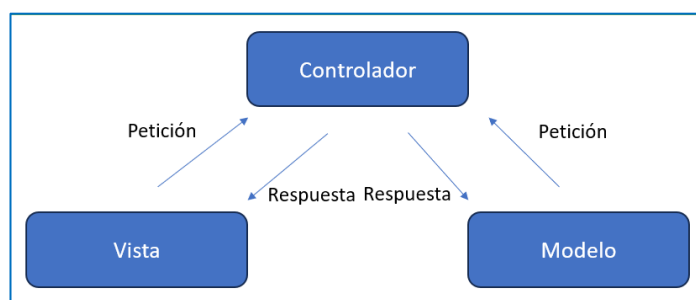


Figura 3. Arquitectura MVC.

3 Metodología

3.1. Materiales

A continuación, en la Tabla 1 se presentan los materiales, herramientas o instrumentos empleados para el desarrollo de la plataforma, además se declara su marca, modelo y proveedor.

Tabla 1. Descripción de los equipos e instrumentos utilizados en el desarrollo de la plataforma web.

Material, herramienta, instrumento	Marca	Modelo	Proveedor	Observaciones
Entorno de desarrollo integrado	Visual Studio 2019	2019	Microsoft	Herramienta para el desarrollo de software
SQL Server Management Studio	SQL Server	2019	Microsoft	Aplicación para la gestión de bases de datos
Framework Bootstrap	Bootstrap	5.0	Twitter	Herramienta de código abierto para el diseño de sitios y aplicaciones web
Equipo de cómputo	Lenovo	Ideapad110	Lenovo	Dispositivo para ejecutar las aplicaciones de desarrollo web
Servidor web	IIS	10.0	Microsoft	Herramienta para atender las peticiones de los usuarios de la plataforma

3.2. Obtención de especialidad de los docentes

Para que la plataforma web opere de manera correcta es requerido que contenga la información de los docentes (profesores/investigadores), para esto, se solicitó al Coordinador del PE ISC de la UAMRR-UAT información detallada de los docentes que tienen especialidades relacionadas al PE y que asesoran a los estudiantes

en los proyectos de investigación. Posteriormente, se procedió a aplicar una encuesta a estos docentes para identificar las áreas de conocimiento y las líneas de investigación que ellos trabajan (que se desprenden de la LGAC “Tecnologías para la Transformación Digital”) para su clasificación. La encuesta se muestra a continuación:

- ¿Está usted interesado en asesorar a los alumnos en las materias de seminario de investigación de la carrera de ingeniería en sistemas computacionales?
- ¿Cuál sería el máximo de alumnos que está dispuesto a asesorar en seminario de investigación?
- ¿Cuál es el área de conocimiento en el que se desempeña?
- ¿Cuáles son las líneas de investigación a las que usted se dedica?
- ¿Estaría interesado en asesorar en otras líneas de investigación diferentes a la suya?
- En caso de que su respuesta fuera si, ¿Cuáles serán esas líneas de investigación?
- ¿En caso de no participar como asesor principal de algún proyecto, estaría dispuesto a participar como asesor de apoyo?

3.3. Diseño de la plataforma

Para el desarrollo de la plataforma web es necesario un software que posibilite los recursos necesarios, en este caso, el software a emplear es Visual Studio 2019, debido a sus características tecnológicas para el desarrollo web. Dentro de Visual Studio está la tecnología ASP.NET MVC Framework el cuál es empleado para el desarrollo de aplicaciones web porque implementa el patrón arquitectónico MVC que permite separar en capas los datos (Modelo), la interfaz del usuario (Vistas) y la lógica de control (Controlador), facilitando su desarrollo y posterior mantenimiento a la plataforma.

El desarrollo de la plataforma se divide en dos partes que es el FrontEnd y el BackEnd, En la etapa del FrontEnd, ver figura 1, corresponde al desarrollo web del lado del cliente y se trabaja en la capa de las vistas del patrón MVC mediante la utilización de las tecnologías como el lenguaje de marcado de hipertexto (HTML) para esquematizar la estructura de la plataforma, para hacer el diseño se utiliza el framework Bootstrap y se utiliza CSS para algunos diseños muy detallados que no se pueden lograr utilizando Bootstrap.

En la etapa del BackEnd, ver figura 2, se utiliza el lenguaje de programación C# y siguiendo el patrón de arquitectura MVC se trabaja en la capa del controlador y la capa del modelo para crear los módulos correspondientes de la plataforma. Se utiliza también el sistema gestos de base de datos SQL Server para el diseño de la base de datos de la plataforma web que contiene la información de docentes y estudiantes. En la Figura 4 se presenta el principio de operación de la plataforma web para registrar los títulos de los proyectos de investigación y la extracción de información de la base de datos para realizar la recomendación de los docentes.

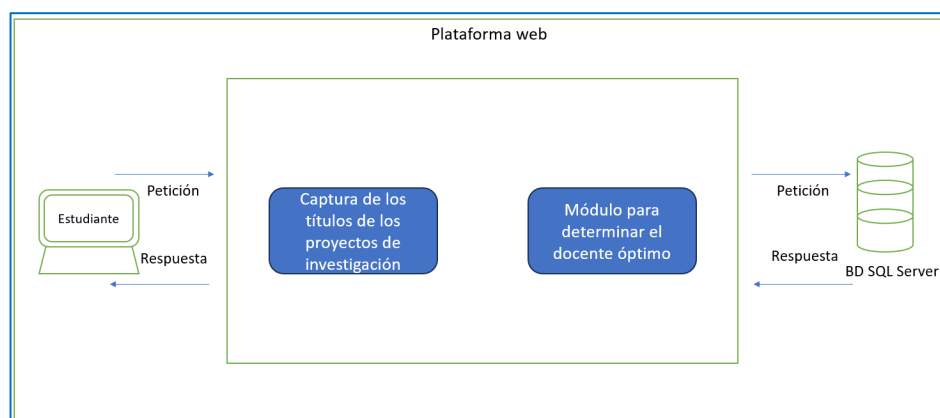


Figura 4. Principio de operación de la plataforma web.

3.4. Proceso para la búsqueda de asesor

Previo al uso de la plataforma para determinar cuál es el docente óptimo para el proyecto de investigación del alumno, es necesario haber capturado previamente la información sobre las líneas de investigación que cada docente desarrolla, para ello se llevó a cabo la aplicación de una encuesta para conocer la especialidad del docente, en dicha encuesta se les pregunta información importante como lo es: ¿Está interesado en poder fungir como asesor de los proyectos de investigación?, ¿Cuántos alumnos máximo puede asesorar?,Cuál es el área de

conocimiento?, ¿Cuál o cuáles son las líneas de investigación en las que participa?, ¿Cuáles considera son las palabras claves que ayudan a describir su línea de investigación? y ¿En caso de no ser el asesor principal, estaría dispuesto a ser un asesor de apoyo?.

Una vez realizada la encuesta y haber obtenido la información sobre las líneas de investigación que cada docente maneja y las palabras clave que las identifican, se procede a llenar la base de datos con la información proporcionada, en donde una de las tablas principales es la que contiene las palabras claves sobre la información de las áreas de conocimiento de los docentes, en la Figura 5 se muestran los elementos de la tabla con la información recolectada en la encuesta y se resalta en un recuadro azul el docente y en un recuadro rojo las palabras clave de las líneas de investigación de dicho docente, las cuales serán utilizadas para poder relacionar con los proyectos de investigación de los alumnos para su búsqueda y selección del docente óptimo.

Docente	Area_de_conocimiento
Docente 1	web semántica nlp base datos extracción minería procesamiento lenguaje natural clasificación traducción automática búsqueda
Docente 2	sistemas inteligentes control hmi interfaz hombre máquina plc sensores fibra óptica embebidos automatización microprocesador
Docente 3	redes telecomunicaciones área local conectividad cableado estructurado interconexión inalámbrica internet comunicación telefo
Docente 4	telecomunicaciones radiofrecuencia antenas identificación localización redes microondas modulación banda ancha quinta gene
Docente 5	recomendaciones machine learning deep aprendizaje automático profundo vinculación entidades microservicios predicción realic
Docente 6	sensores sistemas embebidos transformación digital fibra multimodo monomodo actuadores optoelectrónico longitud mediante g
Docente 7	sistemas inteligentes artificiales híbridos ciencias computación óptica refractómetro mmi arduino labview refracción actuador op
Docente 8	websemántica inteligencia artificial gobierno electrónico tecnología social ontología recuperación sistemas información modelos
Docente 9	deeplearning realidad aumentada algoritmo genético aprendizaje automático profundo inteligencia artificial sistema informático
Docente 10	redes telecomunicaciones red área local conectividad cableado estructurado interconexión inalámbrica internet comunicación te
Docente 11	automatización sistemas lineales embebidos control automático hardware controlador lazo abierto cerrado distribuido algoritmo
Docente 12	plc arduino control automático difuso pasivo robusto cuadrotor multiobservador tolerante fallas sistemas roboticos detección ha
Docente 13	sistema electrónico hardware periféricos cpu lógica soporte microcontrolador microprocesador arquitecturacontrol predicción sir
Docente 14	e-banking educación pyme interoperabilidad nlp procesamiento lenguaje natura clasificación traducción análisis sentimientos clas
NULL	NULL

Figura 5. Elementos de la tabla de área de conocimiento por docente.

Para realizar la búsqueda del docente que pueda ser considerado el asesor más óptimo dentro de la plataforma web es necesario introducir el título del trabajo de investigación que se pretende desarrollar, después se hace una limpieza de los datos, la cual consiste en eliminar las letras mayúsculas del texto para evitar inconsistencias en las comparaciones a realizar, por otra parte, se eliminan palabras llamadas “stopwords” que se usan frecuentemente en el lenguaje (como los adverbios, preposiciones, etc.) que no son contenido necesario para el filtrado de información, el resultado de estas acciones permiten obtener un vector con todos los términos que se estarán comparando con los términos que aparecen en las líneas de investigación de cada uno de los docentes que se encuentran en la base de datos.

El procedimiento para realizar la búsqueda del docente se basa en aplicar primeramente la técnica de ponderación TF-IDF (de sus siglas en inglés de Term Frequency – Inverse Document Frequency), la cual consiste en 4 pasos que permitirán ir obteniendo valores numéricos que permitirán otorgar un valor numérico a la presencia de los términos del título del proyecto del alumno con los términos de la línea de investigación.

En el primer paso es necesario calcular la frecuencia del término TF(n) la cual consiste en determinar cuantas veces aparece un término (palabra) en un documento (palabras que conforman a una línea de investigación), esto se representa con la ecuación 1.

$$TF_{(n)} = \sum_{(n)}^{D1} \quad \text{ecuación 1}$$

El Segundo paso consiste en calcular la frecuencia del documento df(n), la cual consiste en determinar cuántas veces aparece un término en el total de documentos existentes en la base de datos, esto se representa en la ecuación 2

$$df_{(n)} = \sum_{(n)}^{D1} \quad \text{ecuación 2}$$

El tercer paso consiste en calcular la frecuencia inversa de documento para un término, IDF el cual consiste en determinar la capacidad de recuperación de un término en el total de documentos N, esto se logra mediante la aplicación de la ecuación 3

$$IDF_{(n)} = \log \frac{N}{df_{(n)}} + 1 \quad \text{ecuación 3}$$

Por último, se calcula la ponderación del término mediante el producto resultante entre $TF(n)$ e $IDF(n)$, como se observa en la ecuación 4

$$TF - IDF = TF_{(n)} * IDF_{(n)} \quad \text{ecuación 4}$$

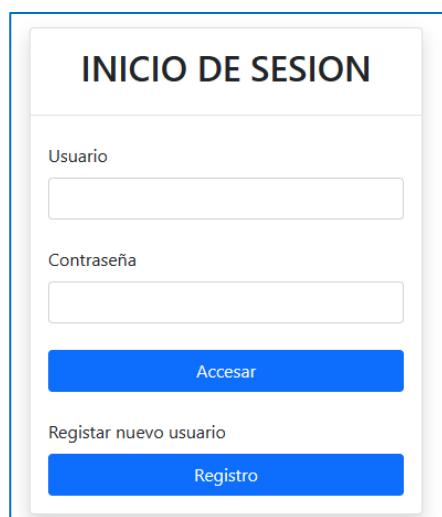
Posteriormente, una vez generada la ponderación de los términos del tema de investigación del alumno, se emplea el proceso para comparar dichos términos con los términos que aparecen en cada una de las líneas de investigación de los docentes, para de esta manera determinar con cual línea se tiene mayor similitud, esta comparación se realiza con la técnica de similitud del coseno, la cual se encarga de buscar la similitud entre dos vectores, el vector del documento (i) y el vector del término de consulta (j), por lo que en este caso se mide la similitud entre dichos vectores y determina con cuál se tiene mayor similitud, la ecuación 5 ilustra la técnica de similitud de coseno [17]:

$$sim(i, j) = cos(\vec{i}, \vec{j}) = \frac{\vec{i} \cdot \vec{j}}{\|\vec{i}\|_2 * \|\vec{j}\|_2} \quad \text{ecuación 5}$$

Posteriormente a este proceso, se obtiene la lista de docentes que recomienda la plataforma basa en los 3 resultados que demuestren mayor similitud entre el tema del proyecto de investigación y las líneas de investigación de los docentes.

3.5. Interfaces de la plataforma web

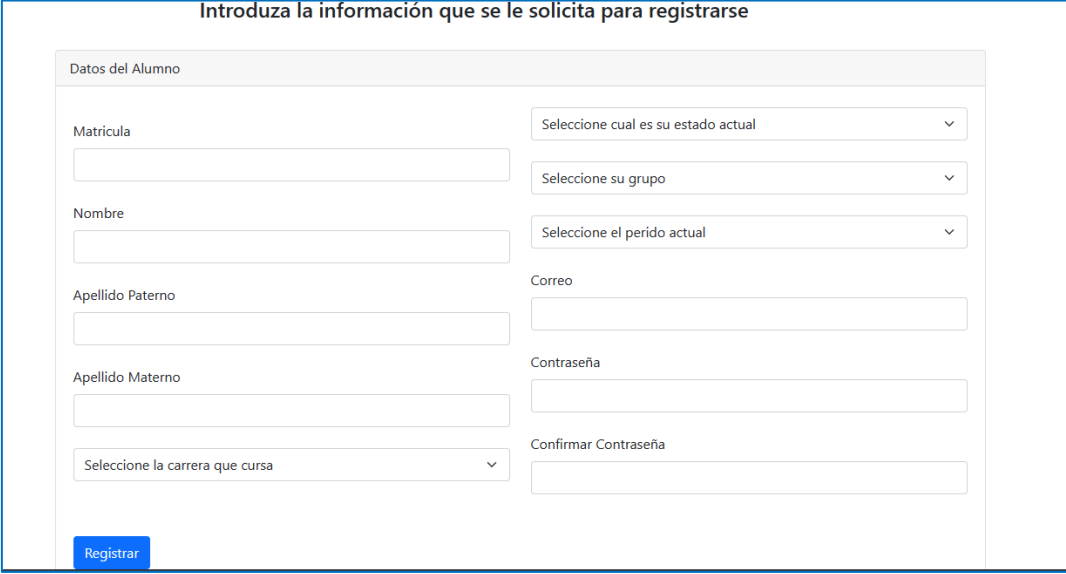
Posterior al llenado de la tabla en la base de datos se puede iniciar el procedimiento de búsqueda del asesor en la plataforma, para ello el alumno debe iniciar sesión en la plataforma. En la Figura 6 se presenta la interfaz que contiene la plataforma web para iniciar sesión. Para ingresar a la misma, primero se registra el nombre de usuario y contraseña, o en su defecto se procede a registrar si es un nuevo usuario.



The image shows a web interface for logging in. At the top, the title "INICIO DE SESION" is displayed in bold black text. Below the title, there are two input fields: "Usuario" and "Contraseña". Underneath the "Contraseña" field is a blue button labeled "Accesar". Below the "Accesar" button is a link "Registrar nuevo usuario" and another blue button labeled "Registro". The entire interface is enclosed in a light gray border.

Figura 6. Inicio de sesión de la plataforma

En la Figura 7 se presenta la interfaz con los datos que se piden al estudiante para registrarse y acceder a la plataforma web.



Introduza la información que se le solicita para registrarse

Datos del Alumno

Matricula Seleccione cual es su estado actual

Nombre Seleccione su grupo

Apellido Paterno Seleccione el periodo actual

Apellido Materno Correo

Seleccione la carrera que cursa Contraseña

Confirmar Contraseña

Registrar

Figura 7. Registro de estudiantes

Al registrar al estudiante se ingresa a la plataforma web y se muestra la interfaz principal como se aprecia en la Figura 8. Para realizar la búsqueda del docente asesor se presiona en la sección titulada “Solicitar Asesor”.



Plataforma Cerrar Sesión

Alumno 1

Menu

- Inicio
- Solicitar Asesor
- Solicitudes
- Documentos Avalados
- Configuración

Bienvenido a la plataforma para seleccionar asesor para la materia de seminario de investigación de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales.

Por favor seleccione la opción **Solicitar asesor** para comenzar a buscar un asesor

Figura 8. Pantalla de inicio de la plataforma web

En la Figura 9 se presenta la interfaz para la búsqueda de docente asesor, es necesario colocar el título del proyecto de investigación en la parte que dice “introduzca el título de su proyecto”. Después, se presiona el botón “buscar” para realizar la búsqueda del docente más indicado para fungir como asesor en base a al título ingresado.



Figura 9. Pantalla para buscar docente asesor.

4 Experimentación y análisis de Resultados

Para poder potencializar lo previamente mencionado se conformó una Sociedad Civil la cual tiene en su Junta de Socios a la alta dirección de la propia Universidad y a la Asociación de Egresados de la UACH, así mismo consta de un Consejo de Administración quien nombra a un director general de la Operadora del que depende el Superintendente del Tecnoparque UACH que es el responsable de esta Estructura Operativa.

4.1 Experimentación

Para el desarrollo experimental se utilizó una muestra de 12 trabajos de investigación de la asignatura “Seminario de Investigación I” perteneciente al periodo escolar de primavera del 2023 del PE ISC de octavo semestre (estos se muestran en la columna de “Título” de las Tablas 2, 3, 4 y 5), los cuales ya contaban con un asesor asignado con anterioridad al desarrollo de la plataforma web, esta muestra sirve para demostrar la efectividad del desarrollo realizado.

Para comprobar que funcionalidad de la plataforma se introduce el título de cada uno de los trabajos de los estudiantes y haciendo clic en el botón buscar, como lo muestra la Figura 9.

En la Figura 10 se presenta el resultado de los 3 docentes que la plataforma web recomienda para la asesoría del trabajo de investigación ingresado, siendo el docente 7 el más óptimo. Este procedimiento se realiza para cada uno de los 12 trabajos de seminario de investigación de los estudiantes.



Figura 10. Resultado de la recomendación de los docentes

4.2 Análisis de resultados

Una vez realizadas las pruebas con los trabajos de seminario de investigación de la muestra, se obtienen los siguientes resultados. En la Tabla 2 se presentan los docentes que la plataforma web recomienda, en este caso son 5 trabajos de seminario de investigación en los cuáles la plataforma web recomienda como mejor opción a los docentes que asesoran actualmente esos trabajos.

Tabla 2. Docentes que coincidieron como la mejor opción

Número de investigación	Asesor actual	Título	Docentes recomendados por la plataforma web
1	Docente 7	Desarrollo de Plataforma online que funcione como bolsa de trabajo para facilitar la inserción al mercado laboral a estudiantes de nivel superior	Docente 7 (Resultado óptimo) Docente 8 Docente 1
2	Docente 3	Sensores y sistemas embebidos aplicados al desarrollo de entornos inteligentes	Docente 3 (Resultado óptimo) Docente 6 Docente 14
3	Docente 8	Implementación de un Sistema óptimo de gestión de control Epidemiológico	Docente 8 (Resultado óptimo) Docente 7 Docente 13
4	Docente 2	Plataforma para la predicción de condiciones ambientales como soporte para la selección de energías renovables	Docente 2 (Resultado óptimo) Docente 11 Docente 1
5	Docente 3	Sensores de fibra óptica aplicados al monitoreo de agentes tóxicos y procesos contaminantes	Docente 3 (Resultado óptimo) Docente 6

En la Tabla 3 se presentan los docentes que recomienda la plataforma web, pero la primera opción no coincide con el docente que asesora actualmente al estudiante, sino que aparece otro docente en la primera posición.

Tabla 3. Docentes que no coincidieron como mejor opción, pero se encuentran en la lista de opciones

Número de investigación	Asesor actual	Título	Docentes recomendados por la plataforma web
6	Docente 8	La implementación de una plataforma web de un sistema bibliotecario utilizando el lenguaje Python en la Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-Rodhe en el año 2023	Docente 7 (Resultado óptimo) Docente 1 Docente 8
7	Docente 1	Desarrollo e implementación de un algoritmo genético para la optimización de la difusión de información acerca de los eventos que se llevan a cabo en la UAMRR por medio de correo electrónico	Docente 2 (Resultado óptimo) Docente 12 Docente 1
8	Docente 1	Diseño y desarrollo de una aplicación móvil multiplataforma para monitorear personas en lugares concurridos	Docente 7 (Resultado óptimo) Docente 1 Docente 8

En la Tabla 4 se presentan a los docentes que recomienda la plataforma web, pero que no coinciden con los docentes que asesoran actualmente a los estudiantes en esos trabajos. En este caso, los docentes que asesoran actualmente a los trabajos de los estudiantes no corresponden al área de investigación de ese trabajo en específico, por lo que la plataforma web caso no puede relacionar los trabajos con los docentes asesores, pero entrega una relación de docentes que si se encuentran trabajando en relación con esas áreas de investigación.

Tabla 4. Docentes de otras áreas de conocimiento

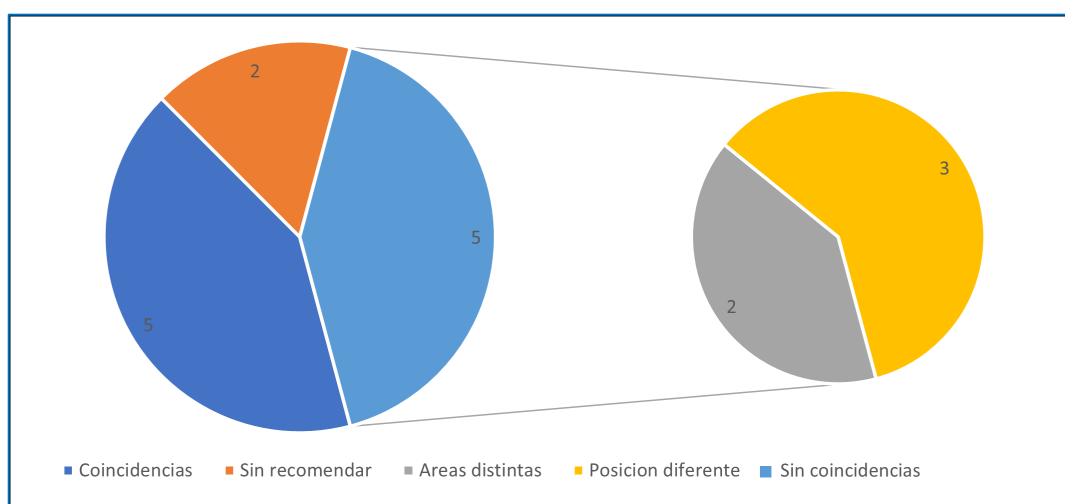
Número de investigación	Asesor actual	Título	Docentes recomendados por la plataforma web
9	Docente 10	Diseño e implementación de base de datos para el registro de insumos en el laboratorio de prototipos de control	Docente 7 (Resultado óptimo) Docente 2 Docente 1
10	Docente 14	Elaboración de una aplicación para disminuir tiempos de compra a la hora de comprar materiales en una PYME	Docente 7 (Resultado óptimo) Docente 1 Docente 8

En la Tabla 5 se presentan los trabajos en los cuáles la plataforma web no identificó ninguna coincidencia para recomendar a algún docente, por lo que no presentó ningún resultado.

Tabla 5. Trabajos que no recibieron recomendación

Número de investigación	Asesor actual	Título	Docentes recomendados por la plataforma web
11	Docente 7	Administración y Organización Facilitada para Emprendimientos	N/A
12	Docente 13	Impacto del almacenamiento en formato unidad de estado sólido en el rendimiento de los equipos de cómputo frente a unidades de almacenamiento antiguas	N/A

En la Figura 11 se presenta un resumen de los resultados anteriores. Se observa de color azul los 5 trabajos que coincidieron los asesores actuales con la recomendación más óptima de la plataforma web, de color naranja los 2 trabajos en los cuáles la plataforma no pudo relacionar el título del trabajo con ninguna de las líneas de investigación de los docentes registrados por lo cual no entrega ningún resultado y de color celeste los 5 trabajos en los cuales el asesor actual no coincide con la recomendación óptima de la plataforma, esta sección se desglosa en el diagrama de la derecha en donde de color amarillo 3 de los trabajos a pesar de que el asesor no coincide con la opción más óptima si se encuentra entre los listados por la plataforma y los 2 de color gris no coinciden los asesores actuales con ninguno de los enlistados debido a que los actuales se especializan en otras áreas de conocimientos.

**Figura 11. Resumen de los resultados que presenta la plataforma web.**

5 Conclusiones y recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos, se concluye que con la implementación de una plataforma web es posible determinar cuál es el docente óptimo de acuerdo con su área de conocimiento y los trabajos de las asignaturas “Seminario de Investigación” para establecer la colaboración entre el estudiante y el docente asesor. Se concluye que los resultados son favorables, ya que de los 12 trabajos de investigación que se usan en las pruebas en 5 trabajos obtuvieron el mismo resultado que se tienen actualmente y en otros 3 los asesores actuales a pesar de no salir seleccionados como los óptimos salen en la relación de las 3 recomendaciones de la plataforma para ser considerados como asesor. Y solo no muestra coincidencias en los trabajos que cuentan con un asesor que no se encuentra registrado en la base de datos de la carrera, sin embargo, ofrece opciones con los que si se encuentran registrados. La plataforma web genera resultados óptimos por medio de palabras claves de los títulos de los trabajos de investigación y relaciona esas palabras clave con las líneas de investigación de los docentes, por lo que la plataforma es de gran apoyo para los estudiantes al momento de buscar equipo de trabajo para el desarrollo de su proyecto de investigación.

Como recomendaciones y de acuerdo con los resultados obtenidos, en donde en 2 trabajos de investigación no se ofrece una opción de asesor para el estudiante, se sugiere que se desarrolle una alerta que le solicite al usuario que escriba nuevamente el título de su proyecto de investigación incluyendo palabras que detallen más en que consiste su trabajo de investigación que desea desarrollar, para que la plataforma pueda realizar una nueva búsqueda y poder ofrecer algunas opciones en sus resultados. Otra recomendación es la de añadir una nueva funcionalidad que permita al docente proponer algún proyecto a través de la plataforma, esto debido a que los estudiantes en ocasiones no cuentan con alguna idea del proyecto de investigación y les sería de gran ayuda contar con una propuesta por parte de los docentes - investigadores.

Agradecimientos.

Este trabajo se desarrolló gracias al apoyo del Plan Operativo Anual 2022 (POA) autorizado por la Dirección de la Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Rodhe-Universidad Autónoma de Tamaulipas para el Programa Educativo Ingeniero en Sistemas Computacionales.

Referencias

- [1] Peña, C. (2015). La Importancia de la Investigación en la Universidad: Una Reivindicación del Sapere Aude Kantiano. *Revista Amauta*, 25: 79-85.
- [2] Rey, A., (2016). La universidad emprendedora, en Creative Commons. [En línea]. Disponible en: https://www.sumanthistories.com/wp-content/uploads/2016/02/universidad_emprendedora.pdf. Fecha de consulta: 1 de noviembre de 2023.
- [3] Lara, E. (2015). La investigación como proceso de construcción social. En *Fundamentos de Investigación. Un enfoque por competencias* (pp. 101-164). Ciudad de México: Alfaomega, México.
- [4] Liccioni, E. (2019). Obstáculos epistemológicos y representaciones sociales en la enseñanza de la investigación en la educación superior. *Revista de Investigación Científica Tse'de*, 2:1-22.
- [5] Amexcomp Academia Mexicana de Computación (2017). *La Computación en México por Especialidades Académicas*. (Primera Edición). México: Academia Mexicana de Computación, A.C.
- [6] CONAIC, Consejo Nacional de Acreditación en Informática y Computación (2016). Metodología de Evaluación. In CONAIC (Ed.), *Marco de referencia para la Acreditación de Programas Académicos y Computación EDUCACIÓN SUPERIOR*. [En línea]. Disponible en: <https://www.conaic.net/publicaciones/Marco%20de%20referencia%20CONAIC%20ES%20y%20TSU%202016.pdf> Fecha de consulta: 1 de noviembre de 2023.
- [7] UAMRR-UAT, Maestría en Ciencias y Tecnologías Computacionales (2023). Línea de Generación y/o Aplicación del Programa (LGAC). [En línea]. Disponible en: <https://rodhe.uat.edu.mx/mctc/LC.html> Fecha de consulta: 1 de noviembre de 2023.
- [8] J. Huerta, “Implementation of genetic algorithm for the assignment of academic advisory”, *International Journal of Latest Engineering Research and Applications (IJLERA)*, Vol. 6, No. 9, pp. 1-9, september 2021. [En línea]. Disponible en: <http://www.ijlera.com/papers/v6-i09/1.202109288.pdf> Fecha de consulta: 1 de noviembre de 2023.

- [9] J. Huerta, “Development of a web application to carry out academic advising in a virtual environment”, *International Journal of Latest Engineering Research and Applications (IJLERA)*, Vol. 6, No. 12, pp. 21-33, december 2021. [En línea]. Disponible en: <http://www.ijlera.com/papers/v6-i12/4.202112311.pdf> Fecha de consulta: 1 de noviembre de 2023.
- [10] S. León, C. Morales, M. Portillo, J. Cortés. “Registro y asignación de asesores de proyectos de investigación en el desarrollo del protocolo de investigación”, *Revista Iberoamericana de las Ciencias Computacionales e Informática*, Vol. 7, No. 13, pp. 1-14, enero-junio 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.reci.org.mx/index.php/reci/article/download/90/396/> Fecha de consulta: 1 de noviembre de 2023.
- [11] M. R. Valarezo, J. A. Honores, A. S. Gómez, L. F. Vincés. “Comparación de tendencias tecnológicas en aplicaciones web”. *3C Tecnología. Glosas de Innovación aplicadas a la pyme*. Vol. 7, No.3, pp. 28-49, septiembre-diciembre 2018. [En línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2018.v7n3e27.28-49/> Fecha de consulta: 1 de noviembre de 2023.
- [12] S.G. Pérez, J. Rolando, F. Mullicundo, D. Lamas. “Herramientas y tecnologías para el desarrollo web desde el FrontEnd hasta el BackEnd”. *Workshop de investigadores en ciencia de la computación*. 2021, pp. 347-350, abril 2021. [En línea]. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/120476>
- [13] J. Molina, M. Zea, M. Contento, F. Gracia. “Comparación de metodologías en aplicaciones web”. *3C Tecnología*. Vol. 7, No.1, pp. 1-19, Junio 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/03/art1.pdf> Fecha de consulta: 1 de noviembre de 2023.
- [14] H. Molina, H. Vite, J. Dávila. “Metodologías ágiles frente a las tradicionales en el proceso de desarrollo de software”. *Espirales revista multidisciplinaria de investigación*. Vol. 2, No.17, pp. 113-121-49, junio 2018. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8466424> Fecha de consulta: 1 de noviembre de 2023.
- [15] R. Anderson, S. Addie, N. Schonning. ASP.NET. [En línea]. Disponible en: <https://learn.microsoft.com/es-es/aspnet/mvc/overview/older-versions-1/overview/asp-net-mvc-overview> Fecha de consulta: 1 de noviembre de 2023
- [16] N. Vásquez. “Sistema de recomendación para ofertas laborales a profesionales recién egresados”. Proyecto de grado, Facultad de Ingeniería, Universidad de los Andes, Colombia, 2019.
- [17] R. Alcibar. “Sistema de recomendación de material bibliográfico dirigido a las carreras que oferta la universidad técnica estatal de Quevedo”. Proyecto de investigación. Ciencias de la ingeniería, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos, Ecuador, 2015.
- [18] Valarezo Pardo M., Honore Tapia J., Gómez Moreno A. Vincés Sánchez L. “Comparación de tendencias tecnológicas en aplicaciones web”, *3c Tecnología glosas de innovación aplicadas a la pyme*, Vol. 7, pp 28-49, septiembre 2018.
- [19] J.D. Gaucht, *El gran libro de HTML5, CSS3 y JavaScript*, 3ª edición, Barcelona: Marcombo, 2017
- [20] P.R. Alba, *Manual JavaScript*, Madrid: CEP, 2011
- [21] J. R. Molina Rios, N. M. Loja Mora, M. P. Zea Ordoñez y E. L. Loaiza Sojos, “Evaluación de los frameworks en el desarrollo de aplicaciones web con Python”, *Revista latinoamericana de ingeniería del software*, Vol 4, No 4, pp 201-207, septiembre 2016
- [22] H. M. Deitel and P. J. Deitel, *Como Programar en C#*. 2nd Edicion. Mexico: Pearson: 2007
- [23] A. Silberschatz, *Fundamentos de base de datos*. Madrid: MacGraw Hill, 2003

Prevención de diabetes con técnicas de aprendizaje automático, hacia un futuro sostenible

Diabetes prevention with machine learning techniques, towards a sustainable future

Silvia Soledad Moreno Gutiérrez¹ Daniel Tlanepantla Pantoja¹ y Yoali Trejo Ambrosio

¹Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Escuela Superior de Tlahuelilpan
silviam@uaeh.edu.mx

Fecha de recepción: 13 de noviembre de 2023

Fecha de aceptación: 22 de abril de 2024

Resumen. Entre los objetivos de desarrollo sostenible de la Agenda 2030 de la Organización de Naciones Unidas se ubica la salud y el bienestar. Al respecto, las tecnologías inteligentes han desempeñado un rol protagónico en la construcción de un futuro sostenible al incrementar la calidad de vida de las poblaciones, al respecto, el aprendizaje automático ha significado un apoyo importante en términos de predicción como herramienta para la prevención de enfermedades. Por ello, se expone un modelo inteligente de predicción de diabetes considerando que esta enfermedad constituye la segunda más frecuente en Hidalgo y la cuarta causa de muerte en el mundo, para desarrollarlo se aplicó la metodología CRISP-DM, luego de validarlo se obtuvo una exactitud de 98%, precisión 96%, sensibilidad 100%, especificidad 96% y F1-Score 97.95%. Esta propuesta se considera adecuada para identificar personas vulnerables al padecimiento y tomar decisiones que permitan mantener e incrementar su calidad de vida.

Palabras clave: salud, aprendizaje automático, calidad de vida, modelo inteligente.

Summary. Health and well-being are among the sustainable development goals of the United Nations 2030 Agenda. In this regard, smart technologies have played a leading role in building a sustainable future by increasing the quality of life of populations. In this regard, machine learning has provided important support in terms of prediction as a tool for disease prevention. For this reason, an intelligent diabetes prediction model is presented considering that this disease is the second most frequent in Hidalgo and the fourth cause of death in the world. To develop it, the CRISP-DM methodology was applied, after validating it, an accuracy was obtained of 98%, precision 96%, sensitivity 100%, specificity 96% and F1-Score 97.95%. This proposal is considered appropriate to identify people vulnerable to the condition and make decisions that allow them to maintain and increase their quality of life.

Keywords: health, machine learning, quality of life, intelligent model.

1 Introducción

Las tecnologías inteligentes han dado lugar a una revolución que ha impactado al mundo sobre todo de manera favorable en aspectos de calidad de vida y bienestar social, paralelo a esto, las enfermedades han proliferado de forma acelerada y han cobrado vidas de la misma forma, sobre todo en países latinos cuya situación económica se considera desfavorable [1], siendo México un ejemplo de vulnerabilidad económica por sus debilidades.

En este país, uno de los estados de mayor pobreza es Hidalgo y de igual forma, se trata de una de las zonas de mayor contaminación ambiental derivado de la industrialización aunada a la urbanización desordenada que se ha vivido en esta ciudad desde hace algunas décadas, que ha dado como resultado problemas de diversos tipos siendo uno de los más graves el daño a la salud de sus habitantes quienes han experimentado enfermedades crónicas y entre ellas la diabetes como una de las más frecuentes y preocupantes entre la población de todas las edades [2]. La Organización Panamericana de la Salud ha externado su preocupación por esta situación que ha cobrado vidas que pudieron ser evitadas y que hoy en día representan un problema grave de salud pública en el mundo y por tanto, debe ser atendido desde las diferentes áreas del conocimiento, cada una aportando a través de sus propias técnicas y herramientas. [1]

Considerando el poder de la predicción como herramienta de prevención, considerando también la necesidad de prevenir enfermedades como vía para alcanzar un mejor pronóstico y calidad de vida para las personas, es pertinente considerar el aporte de la Inteligencia Artificial (IA), hoy en auge a través de sus técnicas de Aprendizaje Automático (AA), las cuales han mostrado un fuerte apoyo al sector salud por su capacidad para

realizar predicciones [3], siendo las Redes Neuronales Artificiales (RNA) una técnica que ha sido capaz de representar diversos fenómenos complejos y predecirlos con alta precisión [4].

Por lo anterior, el presente trabajo expone un modelo predictor de la diabetes, considerando que se trata de una enfermedad ubicada entre las principales causas de muerte en México y en el mundo, aplicando técnicas de RNA de AA y aprendizaje profundo, con el propósito de contribuir a incrementar la calidad de vida de las personas, apoyando el diagnóstico médico, contribuyendo a satisfacer las necesidades de la población y favoreciendo el panorama futuro en términos de salud.

2 Revisión del estado del arte

La predicción de enfermedades crónicas mediante estudios predictivos ha adquirido una importancia esencial en el ámbito médico a nivel mundial [7], un ejemplo es el análisis de la diabetes, trastorno sobre el cual se han realizado diversas propuestas apoyadas en las técnicas de AA. Se exponen algunas por su relevancia. En la predicción de diabetes, la Máquina de Soporte Vectorial (MSV) sobresalió con alto valor de área bajo la curva (AUC) de 0.975, superando los modelos de Regresión Logística (RL), K-Vecinos más cercanos (K-NN), Random Forest (RF), Redes Neuronales Artificiales (RNA) y Árboles de Decisión (AD). [8].

En la predicción de riesgo anual de complicaciones severas y mortalidad en pacientes con diabetes tipo 2, el entrenamiento y validación demostró el rendimiento que el modelo RF obtuvo mediante un desempeño entre 0.786 – 0.86 en sus métricas de evaluación y superó a las RNA y a la RL en comparación con 0.67 – 0.841 y 0.706 – 0.814, respectivamente. [9].

En investigaciones centradas en RNA, uno de los trabajos alcanzó un 87.3% de precisión, mientras que otro superó este resultado con un 92% [10] [11]. Para diabetes mellitus gestacional, Gallardo Rincón et al. (2023) alcanzaron exactitud del 70.3% y sensibilidad de 83.3% [12].

La comparación entre la MSV y su combinación con la técnica de eliminación Backward, con fines de clasificación reveló una exactitud del 84.41% y sensibilidad de 85.71%. [13].

3 Metodología

El trabajo se desarrolló con base en la metodología CRISP-DM, para ello se siguió cada una de sus fases [6]. Los datos se recabaron de la ciudad de Tula Hgo., durante el año 2022, considerando que constituye un problema grave de contaminación debido a su situación industrial y ambiental.

Fase 1. Entendimiento del problema. Según la OMS la diabetes es uno de los 4 grupos de EC que representan el 80% de muertes prematuras a nivel mundial año con año [14] siendo un problema de salud pública [15]. En México es uno de los principales problemas de salud [16]. En base de datos obtenida del Sistema de Información en Enfermedades Crónicas (SIC), en Hidalgo se han diagnosticado a 24,408 personas con diabetes [17].

Fase 3. Transformación de los datos: Se estableció una nomenclatura más corta para cada variable, se aplicó la redimensionalidad, se categorizaron algunas tipo string, se homogenizaron las respuestas que refieren la misma idea. Se obtuvo un banco de datos (BD) con 23 variables categóricas y una numérica (edad) (ver tabla 1) y 1802 registros.

Tabla 1. Variables del modelo.

Variable	Contexto	Variable	Contexto
edad	Edad	esfhacap	Familiar con EC
genero	Género	oapb	Agua para beber origen
ec	Estado civil	oapc	Agua para cocinar origen
ocupación	Ocupación	ecraca	Familiar con padecimiento agua
tresd	Tiempo de residencia en domicilio	cqvuve	Vida estresante afecta aspecto laboral, social y personal
sefvr	Enferma frecuente de vías respiratorias	saonacctet	Siente ansiedad, nerviosismo, o come todo el tiempo
ecaaqla	Atribución	ccsa	Auto estima
cvcspeu	Dosis de vacuna COVID	hpisa	Pérdida de interés en actividades agradables
uoafpc	Usted o familiar padeció COVID	scmn	Cansado incluso sin actividad física
ecarh	Requirió hospitalización	seacr	Estado de ánimo cambiante
eccoccl	Cocina o cocinaron con leña	paecda	Padece alguna EC
ecuoaf	En casa fuma usted o familiar	qecp	EC que padece

La distribución de EC esta descrita en la Fig 1. La diabetes esta representada por el numero 1. Se aplica tecnica de balanceo con UnderSampler con respecto a 0 (persona sana).

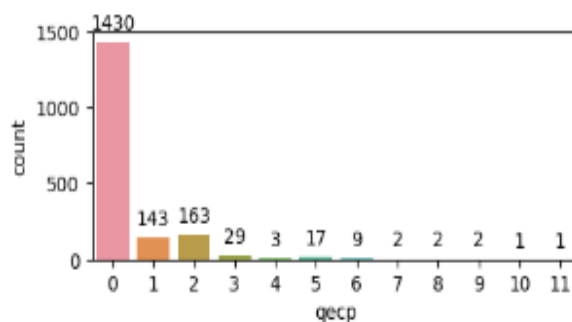


Figura 1. Distribucion EC.

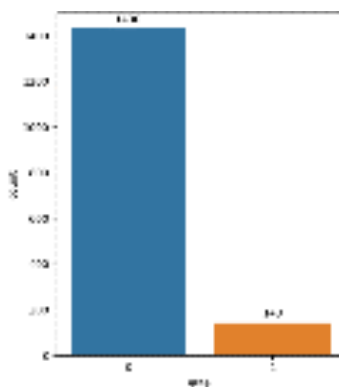


Figura 2. No balanceados.

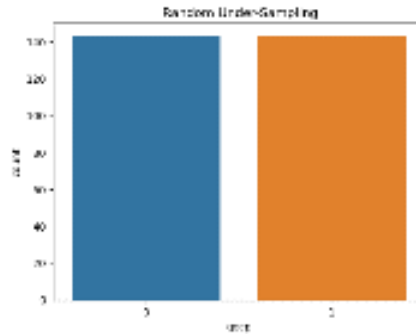


Figura 3. Balanceados.

Se reduce el BD a 286 registros normalizadas utilizando MinMax scaler.

Fase 4. Elección del modelo: Se seleccionó el modelo de RNA Perceptron Multicapa (MLP, por sus siglas en inglés) con algoritmo de aprendizaje es backpropagation. Se realizó el entrenamiento con 80% (228 registros) de los datos y 20% (58 registros) para prueba. Los hiperparámetros óptimos son: 3 capas ocultas con 200, 100 y 50 neuronas, 200 iteraciones, relu como función de activación en las capas ocultas y softmax en la capa de salida, la arquitectura se muestra en figura 4.

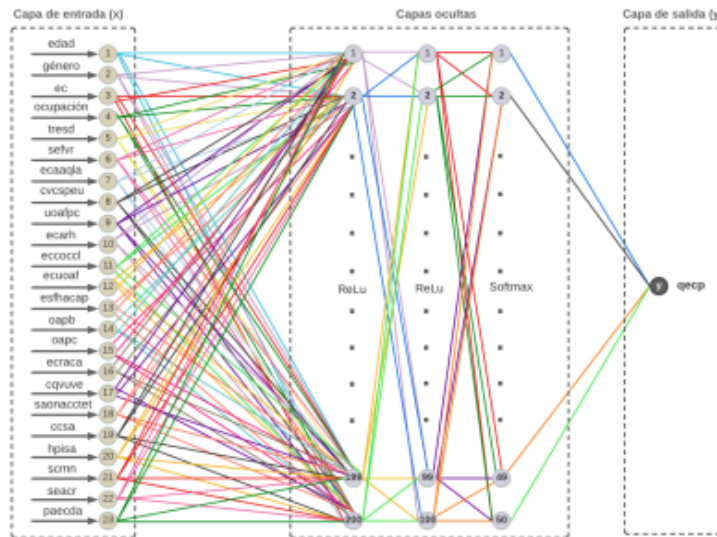


Figura 4. Arquitectura predictor de diabetes.

El desarrollo de la propuestas se basó en el lenguaje de programación python, en jupyter lab, y el banco de datos en formato csv.

4 Resultados

Luego de la validación del modelo neuronal, los resultados demuestran el desempeño favorable, considerando matriz de confusión con sus respectivas métricas (ver tabla 2) [5]. Exactitud = $VP + VN / VP + FN + VN + FP$, Precisión = $VP / VP + FP$, Sensibilidad = $VP / VP + FN$, Especificidad = $VN / VN + FP$.

Tabla 2. Resultados. Modelo de predicción de diabetes

Exactitud	Precisión	Sensibilidad	Especificidad	F1 - Score
98%	96%	100%	96%	97.95%

Lo anterior expresa un desempeño del modelo que incluso supera las propuestas disponibles en la literatura que fueron revisados. El predictor que se propone efectúa una predicción correcta de verdaderos positivos (VP), y verdaderos negativos (VN), es decir, predice correctamente aquellas personas enfermas y aquellas sanas.

Adicionalmente, muestra una predicción de VP del 96% entre la totalidad de VP y aquellos que se identificaron como positivos cuando son en realidad la predicción es falsa, ya que el caso sería de persona sana.

Por otra parte, en un 100% predice correctamente aquellos VP o enfermos, respecto a un total formado por VP y aquellos casos que el sistema pudiera predecir como sanos cuando en realidad están enfermos (FN).

Finalmente, el modelo predice adecuadamente en un 96% los VN o sanos, sobre el total de personas realmente sanas y FP, es decir, personas que el modelo pudiera identificar como enfermas cuando en realidad están sanas, lo cual daría lugar a falsos positivos (FP).

5 Conclusiones y trabajos de investigación futuros

El modelo para predicción de diabetes que se propone en el presente documento alcanzó el objetivo para el cual fue desarrollado y es capaz de predecir la diabetes en personas vulnerables, incluso con precisión, exactitud, sensibilidad y especificidad por encima de las propuestas que se exponen en la literatura revisada. Este modelo de RNA fue capaz de representar y predecir el fenómeno complejo de la enfermedad. Por tanto, se considera adecuado para apoyar el diagnóstico médico y la prevención y al mismo tiempo contribuir a cubrir las necesidades de la población en aspectos de calidad de vida en salud, favoreciendo el panorama futuro.

La revisión de la literatura expresa diversos estudios para atender la prevención de la diabetes, no obstante, se requiere la construcción a futuro de propuestas de alta precisión para prevención de otras enfermedades también ubicadas como principales causas de muerte más frecuente en Hidalgo y el mundo.

Referencias

- [1] Organización Mundial de la Salud. (2022). Enfermedades no transmisibles. Consultado el 14/04/2023. Extraído de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>.
- [2] Organización Panamericana de la Salud. (2023). Iniciativa de la OPS para fortalecer la vigilancia de las enfermedades no transmisibles: Encuestas rápidas por teléfonos móviles (RaMPS).
- [3] EL_Jerjawi NS, Abu-Naser SS. Diabetes prediction using artificial neural network. *Deep Learn Tech Biomed Heal Informatics* [Internet]. 2018 [cited 2023 Jul 3]; 121:55–64. Available from: <http://dx.doi.org/10.14257/ijast.2018.121.05>
- [4] Srivastava S, Sharma L, Sharma V, Kumar A, Darbari H. Prediction of diabetes using artificial neural network approach. In: *Engineering Vibration, Communication and Information Processing* [Internet]. India: Springer Singapore; 2019 [cited 2023 Jul 3]. p. 679–87. Available from: <http://jaipur.manipal.edu>
- [5] Balseca, C. L. I., Proaño, A. M. P., Reyes, P. J. C., & Reinoso, Á. P. M. (2022). Eficiencia de modelos de predicción de COVID-19 usando curvas ROC y matriz de confusión. *Dominio de las Ciencias*, 8(2), 1442-1460.
- [6] Schröer, C., Kruse, F., & Gómez, J. M. (2021). A systematic literature review on applying CRISP-DM process model. *Procedia Computer Science*, 181, 526-534.
- [7] Reyes León, P.; Salgado Ramírez, J. C. & Velázquez Rodríguez, J. L. (2020). Pre-diagnóstico de enfermedades crónicas mediante la aplicación de modelos de cómputo inteligente. *Computación y Sistemas*, 24(3), 1313-1325.
- [8] Feng C, Di J, Jiang S, Li X, Hua F. Machine learning models for prediction of invasion *Klebsiella pneumoniae* liver abscess syndrome in diabetes mellitus: a single centered retrospective study. *BMC Infect Dis* [Internet]. 2023 Dec 1 [cited 2023 Jul 4];23(1):1–12. Available from: <https://bmcinfectdis.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12879-023-08235-7>
- [9] Vimont A, Béliard S, Valéro R, Leleu H, Durand-Zaleski I. Prognostic models for short-term annual risk of severe complications and mortality in patients living with type 2 diabetes using a national medical claim database. *Diabetol Metab Syndr* [Internet]. 2023;15(1):128. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13098-023-01105-x>
- [10] EL_Jerjawi NS, Abu-Naser SS. Diabetes prediction using artificial neural network. *Deep Learn Tech Biomed Heal Informatics* [Internet]. 2018 [cited 2023 Jul 3];121:55–64. Available from: <http://dx.doi.org/10.14257/ijast.2018.121.05>
- [11] Srivastava S, Sharma L, Sharma V, Kumar A, Darbari H. Prediction of diabetes using artificial neural network approach. In: *Engineering Vibration, Communication and Information Processing* [Internet]. India: Springer Singapore; 2019 [cited 2023 Jul 3]. p. 679–87. Available from: <http://jaipur.manipal.edu>

- [12] Gallardo-Rincón H, Ríos-Blancas MJ, Ortega-Montiel J, Montoya A, Martínez-Juarez LA, Lomelín-Gascón J, et al. MIDO GDM: an innovative artificial intelligence-based prediction model for the development of gestational diabetes in Mexican women. *Sci Reports* 2023 131 [Internet]. 2023 Apr 28 [cited 2023 Jul 4];13(1):1–11. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41598-023-34126-7>
- [13] Maulidina F, Rustam Z, Hartini S, Wibowo VVP, Wirasati I, Sadewo W. Feature optimization using Backward Elimination and Support Vector Machines (SVM) algorithm for diabetes classification. In: *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing; 2021. p. 12006.
- [14] Organización Mundial de la Salud. Enfermedades no transmisibles. 2022. Consultado el 14/04/2023. Extraído de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>.
- [15] Batista, S. M. L. P., & Martins, R. M. L. (2021). Factores asociados al sufrimiento en la enfermedad crónica en pacientes hospitalizados en Portugal. *Enfermería Clínica*, 31(3), 135-147.
- [16] Ramos-Trujillo, V. B., Reyes-Gabino, P. T., Triana-Kullick, S., Gutiérrez-Dela-Cruz, M. E., Jiménez-Báez, M. V., & Sandoval-Jurado, L. (2020). Invalidez laboral: Resultado de la complicación crónica de la Diabetes Mellitus tipo 2. *Salud Quintana Roo*, 12(42), 7-11.
- [17] Secretaría de Salud. Tablero de Control de Enfermedades Crónicas. 2023. Consultado el 06/08/2023. Extraído de: <http://www.tablerocronicassic-sinba.com/>.

Análisis comparativo del rendimiento de servicios de red en plataformas Windows y Linux

Comparative analysis of network services performance on Windows and Linux platforms

Jesús Roberto Méndez Ortiz ¹ Jisell Adamari García Juan ² Carlos Alberto Ochoa Rivera ³ Alicia Yazmín Rojas Luna ⁴ Alberto Jair Cruz Landa ⁵

^{1,2,3,4,5} Facultad de Estadística e Informática Universidad Veracruzana
Av. Xalapa esq. Av. Ávila Camacho s/n, Xalapa, Veracruz. C.P. 910100
¹jmendez@uv.mx, ²zs16013944@estudiantes.uv.mx, ³cochoa@uv.mx, ⁴alirojas@uv.mx, ⁵albecruz@uv.mx

Fecha de recepción: 13 de noviembre de 2023

Fecha de aceptación: 22 de abril de 2024

Resumen. Se presenta un análisis comparativo del rendimiento de servicios de red en plataformas Windows y Linux. La investigación se llevó a cabo utilizando pruebas de carga en servidores web y se compararon los resultados en términos de tiempo de respuesta, tasa de transferencia y uso de CPU. Los resultados indican que Linux supera a Windows en términos de rendimiento y eficiencia en la mayoría de las pruebas realizadas. Se discuten las implicaciones prácticas y teóricas de estos hallazgos y se hacen recomendaciones para futuras investigaciones en el campo de los servicios de red.

Palabras Clave: Reconocimiento de patrones, Red neuronal ART2 supervisada, Perceptrón multicapa, Reconocimiento de dígitos.

Summary. A comparative analysis of the performance of network services on Windows and Linux platforms is presented. The research was carried out using load testing on web servers and the results were compared in terms of response time, transfer rate and CPU usage. The results indicate that Linux outperforms Windows in terms of performance and efficiency in most of the tests carried out. The practical and theoretical implications of these findings are discussed and recommendations are made for future research in the field of network services.

Keywords: Pattern Recognition, Supervised ART2 Neural Network, Multilayer perceptron, Digit recognition.

1 Introducción

La comunicación y el intercambio de información son fundamentales en el mundo actual, y los servicios de red son una herramienta esencial para facilitar estos procesos. Los servicios de red se han utilizado durante varios años con el objetivo de permitir la comunicación entre dos o más computadoras, así como para ofrecer servicios como compartir información y recursos a computadoras clientes. Estos servicios son configurados en ramas locales para mantener la seguridad y la operación amigable de los recursos de red. Algunos de los servicios de red más conocidos son DHCP, DNS, SAMBA, HTTP, entre otros.

En este contexto, se presenta un análisis comparativo del rendimiento de servicios de red en plataformas Windows y Linux. La investigación se llevó a cabo utilizando pruebas de carga en distintos servidores y se compararon los resultados en términos de tiempo de respuesta, tasa de transferencia y uso de CPU. Este estudio es relevante porque los servicios de red son una parte fundamental de la infraestructura de tecnología de la información de cualquier organización, y el rendimiento de estos servicios puede tener un impacto significativo en la productividad y la eficiencia de la organización. Además, la elección de la plataforma de servicios de red puede tener implicaciones importantes en términos de costos y compatibilidad con otros sistemas y aplicaciones.

2 Estado del arte

El artículo "Análisis Comparativo del Rendimiento y el Esfuerzo Mediante Pruebas de Carga en Servidores Web" (Cubas, 2019) investiga la importancia de la información para las organizaciones y cómo las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) mejoran las actividades mediante servidores web seguros. Se evalúan los servidores IIS y NGINX usando estándares ISO9126 y APDEX, instalados en Windows Server 2008R2. Mediante la herramienta JMETTER, se realizan pruebas de carga y estrés. IIS mostró mejor rendimiento en pruebas de carga,

estrés y esfuerzo, siendo más eficiente según los valores ISO9126. NGINX tuvo tiempos más altos en pruebas de estrés.

En el "Estudio Comparativo de Capacidad Transaccional Entre Servidores de Aplicaciones Web" (Muñoz, 2015), se comparan JBOSS y WEBLOGIC para rendimiento y productividad. Se analizan tiempos de respuesta usando apache-jmeter-2.13 y pruebas de estrés local. Los criterios de evaluación incluyen arquitectura, desarrollo de aplicación, instalación de servidor y herramientas de Testing. WEBLOGIC supera a JBOSS en rendimiento, mostrando mayor eficiencia con más usuarios concurrentes. En pruebas de 100, 1000 y 3000 hilos, WEBLOGIC es más eficiente. Ambos servidores tienen alta disponibilidad, pero WEBLOGIC es más costoso.

Finalmente se encontró que en el "Estudio de Indicadores de Rendimiento en Servidores del Proyecto ERP" (Heredia, 2015), se analizan indicadores de rendimiento en servidores de un proyecto ERP. Se describen métodos de selección y cálculo de rendimiento, y se utiliza la Notación de Kendall para sistemas de colas. Se evalúan servidores y se propone optimización de hardware para mejorar el rendimiento.

Estos tres estudios investigan rendimiento y eficiencia en servidores web y de aplicaciones, resaltando la importancia de la optimización y las herramientas de evaluación en entornos de Tecnologías de la Información.

3 Metodología

La metodología está basada en realizar un análisis comparativo del rendimiento de servicios de red en plataformas Windows y Linux. Para llevar a cabo esta investigación, se siguieron los siguientes pasos:

1. Selección de los servicios de red a evaluar: Se seleccionaron los servicios de red más importantes o más utilizados, como DHCP, DNS, SAMBA, SSH, HTTP (apache de Linux, IIS de Windows server).
2. Selección de los sistemas operativos a evaluar: Se seleccionaron dos sistemas operativos para evaluar el rendimiento de los servicios de red: Windows y Linux.
3. Configuración de los servidores web: Se configuraron dos servidores web, uno con Windows y otro con Linux, para evaluar el rendimiento de los servicios de red en cada plataforma.
4. Pruebas de carga: Se realizaron pruebas de carga en los servidores web para evaluar el rendimiento y la eficiencia de los servicios de red en cada plataforma. Se utilizaron herramientas de pruebas de carga como Apache JMeter y LoadRunner para simular la carga de trabajo en los servidores web.
5. Análisis de los resultados: Se analizaron los resultados de las pruebas de carga para evaluar el rendimiento y la eficiencia de los servicios de red en cada plataforma. Se compararon los resultados en términos de tiempo de respuesta, tasa de transferencia y uso de CPU.
6. Discusión de los resultados: Se discutieron los resultados de las pruebas de carga y se compararon los resultados en términos de rendimiento y eficiencia en cada plataforma. Se discutieron las implicaciones prácticas y teóricas de estos hallazgos y se hicieron recomendaciones para futuras investigaciones en el campo de los servicios de red.

En resumen, la metodología utilizada se basa en un análisis comparativo del rendimiento de servicios de red en plataformas Windows y Linux, utilizando pruebas de carga en servidores web. Se siguieron los pasos descritos anteriormente para llevar a cabo esta investigación y se discutieron los resultados y las implicaciones prácticas y teóricas de estos hallazgos.

3.1 Procedimiento para realizar las pruebas

El procedimiento para realizar la comparación de los servicios de red en los sistemas operativos es definido en el siguiente flujo de pasos que se muestra en la figura 1.

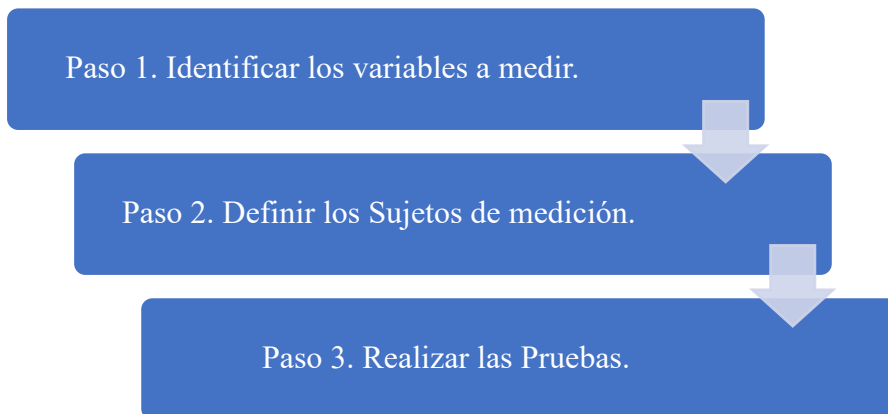


Figura 1. Diagrama para Elaborar la Prueba de Rendimiento.

3.2 Ambiente de Prueba

El ambiente de prueba para el desarrollo del estudio comparativo es el indicado en la figura 2.

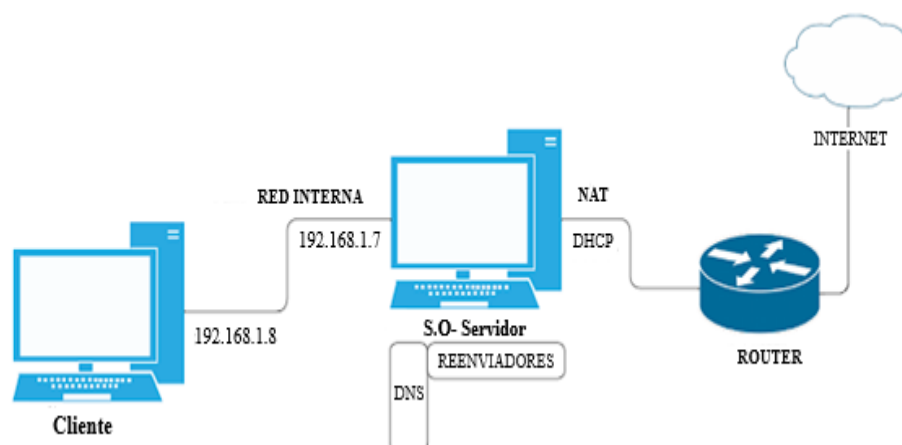


Figura 2. Estructura de red para Realizar las Pruebas de Rendimiento.

Las características del equipo que se utiliza como escenario para la comparación de los sistemas operativos son:

1. Parámetros de calificación.

Adicional a los tipos de prueba de cada servicio, se consideran que, a las características entre factores y funcionalidades, que están relacionadas para realizar las pruebas de rendimiento, se les asigna un peso subjetivo.

2. Diseño de las pruebas

En la Tabla 1 se presenta un diseño de pruebas que abarca 5 servicios de red en los sistemas operativos Windows Server, Ubuntu Server y Linux Ubuntu. Cada prueba tiene su descripción, peticiones y niveles de concurrencia. Este diseño puede ayudarte a evaluar el rendimiento y la funcionalidad de diversos servicios de red en diferentes sistemas operativos.

Tabla 1. Diseño de Prueba de Peticiones y Concurrencias

Prueba	Descripción	Peticiones	Concurrencia
Prueba 1: Asignación DHCP en Windows Server	Asignación de direcciones IP mediante DHCP en Windows Server.	150	10
Prueba 2: Asignación DHCP en Ubuntu Server	Asignación de direcciones IP mediante DHCP en Ubuntu Server.	180	12
Prueba 3: Asignación DHCP en Linux Ubuntu	Asignación de direcciones IP mediante DHCP en Linux Ubuntu.	120	8
Prueba 4: Resolución DNS en Windows Server	Búsqueda de resolución de nombres de dominio en un servidor DNS de Windows Server.	200	15
Prueba 5: Resolución DNS en Ubuntu Server	Búsqueda de resolución de nombres de dominio en un servidor DNS de Ubuntu Server.	250	18
Prueba 6: Resolución DNS en Linux Ubuntu	Búsqueda de resolución de nombres de dominio en un servidor DNS de Linux Ubuntu.	180	12
Prueba 7: Compartir archivos SAMBA en Windows Server	Acceso y transferencia de archivos mediante el protocolo SAMBA en Windows Server.	300	20
Prueba 8: Compartir archivos SAMBA en Ubuntu Server	Acceso y transferencia de archivos mediante el protocolo SAMBA en Ubuntu Server.	350	25
Prueba 9: Compartir archivos SAMBA en Linux Ubuntu	Acceso y transferencia de archivos mediante el protocolo SAMBA en Linux Ubuntu.	250	15
Prueba 10: Acceso SSH en Windows Server	Conexión y autenticación a través de SSH en Windows Server.	180	12
Prueba 11: Acceso SSH en Ubuntu Server	Conexión y autenticación a través de SSH en Ubuntu Server.	200	15
Prueba 12: Acceso SSH en Linux Ubuntu	Conexión y autenticación a través de SSH en Linux Ubuntu.	150	10
Prueba 13: Servidor web Apache en Windows Server	Acceso a un sitio web hospedado en un servidor Apache en Windows Server.	300	20
Prueba 14: Servidor web Apache en Ubuntu Server	Acceso a un sitio web hospedado en un servidor Apache en Ubuntu Server.	350	25
Prueba 15: Servidor web Apache en Linux Ubuntu	Acceso a un sitio web hospedado en un servidor Apache en Linux Ubuntu.	250	18

3.3 Identificación de Variables

En este apartado se describe las características de los recursos a medir

1.-Memoria RAM, 2.- Uso de CPU, 3.- Estabilidad, 4.- Caché, 5.- Uso de la Red

Definir los Sujetos de Medición

Características técnicas del sujeto donde se realizarán las pruebas.

Sistemas: Windows Server 2022, Ubuntu Server 20.04 Y Linux Ubuntu 22.04

Servicios de Red: DHCP, DNS, SSH, SAMBA y Servidor Web

3.4 Realizar Pruebas

Una vez explicado los pasos previos, se mide el rendimiento de manera objetiva usando las herramientas de monitoreo.

Htop y Monitoreo de Recursos.

4 Resultados

El presente análisis comparativo se centra en evaluar el rendimiento y eficacia de diferentes servicios de red en los tres sistemas operativos seleccionados para el análisis. Es importante obtener una comprensión profunda de como estos servicios funcionan en entornos operativos diversos y como puede impactar en la conectividad y la experiencia del usuario.

Se han seleccionado cinco servicios de red los cuales son: DCHP, DNS, SAMBA, SSH y Servidor Web (Apache), y se llevaron a cabo prueba de rendimiento en tres sistemas operativos diferentes: Windows Server, Ubuntu Server y Linux Ubuntu.

En cada servicio de red, se realizaron pruebas diseñadas para evaluar su desempeño bajo diversas condiciones. Se consideran factores como la asignación de direcciones IP, la resolución de nombres de dominio, la compartición de archivos, el acceso seguro a través de SSH y la respuesta del servidor Web.

Durante el análisis, se recopilaron datos detallados sobre la utilización de recursos para evaluar su rendimiento. Cada sistema operativo presento características distintivas en cuanto la implementación y la optimización de los servicios de red.

Windows Server exhibió una integración solida con herramientas de administración y un enfoque simplificado para los usuarios familiares con el entorno Windows. Ubuntu Server, por su parte, se destacó por su naturaleza open-source, con capacidades de personalización y control más profundas. Linux Ubuntu ofreció un enfoque de código abierto similar, aportando flexibilidad y eficiencia.

Tabla 2. Análisis de aspectos de rendimiento en sistemas operativos

Aspectos de Rendimiento	Sistemas Operativos		
	Windows Server	Ubuntu Server	Linux Ubuntu
Gestión de Recursos	Bueno	Excelente	Bueno
Estabilidad	Bueno	Excelente	Bueno
Rendimiento de Red	Bueno	Excelente	Bueno
Consumo de Recursos	Mayor	Menor	Mayor
Rendimiento de Aplicaciones	Bueno	Bueno	Bueno
Rendimiento Gráfico	Amplia	No enfocado	Excelente
Compatibilidad de Software	Amplia	Buena	Amplia
Seguridad	Bueno	Bueno	Bueno
Soporte de Hardware	Amplio	Bueno	Amplio
Personalización	Limitada	Amplia	Amplia
Actualizaciones	Controlada	Controladas	Frecuentes

En la tabla 2, el rendimiento puede variar según la configuración específica del hardware y las cargas de trabajo. En el ámbito de las tareas orientadas a servidores, Ubuntu Server tiende a exhibir un rendimiento superior debido a su enfoque centrado en la eficiencia y la óptima asignación de recursos. En contraste, Linux Ubuntu puede brindar una experiencia visualmente más enriquecedora y una amplia selección de aplicaciones, pero podría requerir una mayor cantidad de recursos en comparación con las versiones de servidor. Es esencial llevar a cabo una evaluación exhaustiva de tus requisitos particulares y las cargas de trabajo que planeas ejecutar antes de determinar qué sistema operativo resulta más adecuado para una configuración dada.

Tabla 3. Comparativo de servicios de red en Sistemas operativos

Servicios	Sistemas Operativos		
	Windows Server	Ubuntu Server	Linux Ubuntu
DNS	Active Directory Dns, Microsoft Dns	Bind DNS Server	Bind9
DHCP	Dhcp Server Role	ISC DHCP Server	DHCP
SAMBA	Active Directory, File Services	Samba Server	Samba
SSH	SSH	SSH	Cliente SSH
Servidor Web	Internet Information Services IIS	Apache2	Apache2

En la tabla 3, proporciona una visión general de cómo se implementan y gestionan los servicios de red en los tres sistemas operativos mencionados. Sin embargo, se toma en cuenta que las versiones específicas de los sistemas operativos y las configuraciones pueden variar.

Tabla 4. Análisis de Uso de Recursos en Sistemas Operativos

Recursos	Sistemas Operativos		
	Windows Server	Ubuntu Server	Linux Ubuntu
Memoria RAM %	84%	27%	25%
Uso de CPU %	10%	18%	10%
Estabilidad	Buena	Excelente	Buena
Cache de CPU (Mb)	414 Mb	315 Mb	303 Mb
Uso de Red (Kbps)	48 Kbps	25 Kbps	23 Kbps

En la tabla 4, se muestra los resultados del análisis comparativo detallado de los recursos entre tres plataformas distintas: Windows Server, Ubuntu Server y Linux Ubuntu. Cada una de la columna se enfoca en identificar y evaluar los recursos clave de cada sistema operativo en términos de rendimiento: Memoria RAM, CPU, Estabilidad, Cache de CPU, Red. Esta tabla es fundamental para comprender como cada plataforma maneja y asigna sus recursos.

Tabla 5. Análisis comparativo de servicios de red por sistema operativo

Servicio	Windows Server	Ubuntu Server	Linux Server
DNS	Buenas: Integración profunda con la infraestructura de Windows. Fácil administración a través de herramientas gráficas.	Buenas: Opciones de configuración flexibles con BIND9 y dnsmasq.	Buenas: Flexibilidad y control total sobre la configuración.
	Malas: Puede requerir licencias adicionales en entornos grandes.	Malas: La configuración inicial puede ser más compleja para usuarios nuevos.	Malas: Requiere conocimientos avanzados de DNS para una configuración precisa.
DHCP	Buenas: Fácil integración con Active Directory. Opciones avanzadas de configuración.	Buenas: Opciones de configuración flexibles con isc-dhcp-server.	Buenas: Control total sobre la configuración.
	Malas: Puede requerir licencias adicionales en entornos grandes.	Malas: Configuración inicial puede ser más compleja para usuarios nuevos.	Malas: Requiere conocimientos avanzados de DHCP para una configuración precisa.
Samba	Buenas: Integración perfecta con entornos Windows. Compartir archivos e imprimir.	Buenas: Soporte sólido para compartir archivos e impresoras en redes mixtas.	Buenas: Funcionalidades de intercambio de archivos y recursos confiables.
	Malas: Conción avanzada puede ser complicada.	Malas: Requiere configuración y ajustes precisos para integración perfecta con Windows.	Malas: Puede requerir una configuración manual y ajustes de seguridad.
SSH	Buenas: Cliente y servidor SSH disponibles por defecto.	Buenas: Cliente y servidor SSH disponibles por defecto.	Buenas: Cliente y servidor SSH disponibles por defecto.
	Malas: Menos enfocado en la terminal y línea de comandos.	Malas: La configuración inicial puede requerir familiaridad con la línea de comandos.	Malas: La configuración inicial puede requerir familiaridad con la línea de comandos.
Servidor Web	Buenas: Integración con tecnologías de Microsoft. Soporte para aplicaciones .NET.	Buenas: Amplia selección de servidores web como Apache y Nginx.	Buenas: Amplia selección de servidores web como Apache y Nginx.
	Malas: Puede requerir recursos adicionales en comparación con otras opciones.	Malas: Configuración avanzada puede ser compleja para usuarios nuevos.	Malas: Configuración avanzada puede ser compleja para usuarios nuevos.

En la tabla 5, muestra el análisis comparativo de los servicios de red en los diferentes tipos de sistemas operativos a analizar, proporciona una breve descripción de los aspectos buenos y malos de cada servicio.

Tabla 6. Análisis de parámetros de rendimiento en sistemas operativos

Parámetro	Windows Server	Ubuntu Server	Linux Ubuntu
Rendimiento	Bueno	Muy bueno	Excelente
Usabilidad	Bueno	Excelente	Excelente
Seguridad	Bueno	Muy bueno	Excelente
Estabilidad	Bueno	Muy bueno	Excelente
Personalización	Bueno	Excelente	Excelente

En la tabla 6, se muestra el análisis comparativo de parámetros de rendimiento el cual, porque puedes ver, los tres sistemas operativos son similares en términos de rendimiento, seguridad y estabilidad. Sin embargo, Ubuntu server y Linux son más fáciles de usar y personalizables que Windows Server.

5 Conclusiones

El análisis del rendimiento de servidores de red mediante herramientas como Htop y Monitor de Recursos ha demostrado que su capacidad para gestionar el tráfico y los recursos es esencial para la optimización de la conectividad y los servicios en entornos informáticos. La elección de servidores adecuados influye en aspectos como velocidad de transferencia, latencia, estabilidad y uso eficiente de recursos.

La selección informada basada en criterios como escalabilidad y seguridad impacta en la calidad de la experiencia del usuario y la capacidad del sistema para satisfacer demandas. La comparación de diferentes servidores evidencia que la elección afecta al rendimiento. Los sistemas operativos Windows Server, Ubuntu Server y Linux Ubuntu muestran eficiencia y estabilidad en análisis de rendimiento. La elección entre ellos dependerá de necesidades y preferencias, considerando licencias, facilidad de uso, seguridad y costo.

Los sistemas de código abierto, como Ubuntu y Linux, pueden ser populares por seguridad y costo, mientras que Windows Server es valorado en entornos corporativos.

Los servicios de red son esenciales en cualquier sistema operativo. Linux y Windows son destacados por su eficiencia en este aspecto, con Linux utilizándose ampliamente debido a su enfoque de seguridad y menor costo, y Windows siendo popular por su integración con otros sistemas.

Los servicios de red como DHCP y DNS funcionan mejor en sistemas operativos diseñados para redes, como Windows Server y sistemas basados en Linux y FreeBSD. Los sistemas operativos de servidor están diseñados para manejar tráfico de red y optimizar servicios y protocolos, con características específicas para mejorar el rendimiento. Windows Server y Linux son sistemas operativos populares para redes. Windows Server ofrece un servidor DHCP incorporado para asignación automática de direcciones IP y un servidor DNS para traducción de nombres de dominio. Su estabilidad y características de protección lo hacen una elección común en entornos empresariales.

En un mundo interconectado, contar con una plataforma diseñada para el rendimiento en redes es esencial para garantizar comunicación fluida y gestión eficiente de recursos. La elección del sistema operativo adecuado es fundamental para lograr una infraestructura sólida y eficiente en términos de conectividad y servicios en línea.

Referencias

- [1] H. Sossa, P. Rayón y J. Figueroa. Arquitectura basada en redes neuronales para el reconocimiento de rostros. Soluciones Avanzadas. Año 7, No. 63. Noviembre 1998.
- [2] P. Rayón and H. Sossa. A procedure to select the vigilance threshold for the ART2 for supervised and unsupervised training. LNAI 1793, pp. 389-400, Springer Verlag, 2000.
- [3] G.A. Carpenter and S. Grossberg, ART2: self-organizing of stable category recognition codes for analog input patterns. Applied Optics, 26, pp. 4919-4930, 1987.
- [4] R. Schalkoff, Pattern Recognition: statistical, structural and neural approaches. John Wiley & Sons, Inc., 1992.
- [5] J. A. Freeman and D. M. Skapura, Neural Networks: algorithms, applications and programming techniques. Addison Wesley, 1992.

- [6] A. S. Pandya and R. B. Macy, Pattern Recognition with Neural Networks in C++. IEEE Press, 1995.
- [7] G. Francis, The stability-plasticity dilemma in competitive learning. Department of Psychology Sciences. Purdue University. Technical Report No. 96-1, 1996.
- [8] C. G. Looney, Pattern Recognition using Neural Networks. Oxford University Press, 1999.

Aplicación de técnicas de reducción de dimensionalidad y visualización de datos en retroalimentaciones de cursos en línea

Application of dimensionality reduction techniques and data visualization in online course feedback

Dorian Ruiz Alonso, Claudia Zepeda Cortés, Hilda Castillo Zacatelco, José Luis Carballido Carranza

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Facultad de Ciencias de la Computación
[dorianr, czepedac, hildacz, jcarballido7]@gmail.com

Fecha de recepción: 14 de noviembre de 2023

Fecha de aceptación: 23 de abril de 2024

Resumen. El estudio versa sobre la integración de voluntades entre pequeños productores, Universidad de Colima, Cluster de las TI Colima A.C. y el INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) mediante la intervención de un cultivo de plátano macho de 1.6 hectáreas sembradas en densidad media con aproximadamente 1800 plantas, en el municipio de Tecomán, Colima, México, mediante un procedimiento de análisis descriptivo, inductivo, experimental y longitudinal en el tiempo, se documentan tecnologías utilizadas en análisis de fertilidad del suelo y análisis satelital de cultivos. El estudio adquiere vital relevancia en el contexto de la seguridad alimentaria, el post covid y la presente guerra comercial de Rusia y Ucrania.

Palabras clave: Transformación digital, Clúster TI, Análisis satelital, Fertilidad de suelos, Seguridad alimentaria.

Summary. The study deals with the integration of wills among small producers, University of Colima, Cluster de las TI Colima A.C. and the INIFAP (National Institute of Forestry, Agriculture and Livestock Research) through the intervention of a plantain crop of 1.6 hectares planted in medium density with approximately 1800 plants, in the municipality of Tecomán, Colima, Mexico, through an analysis procedure descriptive, inductive, experimental and longitudinal in time, technologies used in soil fertility analysis and satellite analysis of crops are documented. The study acquires vital relevance in the context of food security, post-covid and the current trade war between Russia and Ukraine.

Keywords: Digital transformation, IT Cluster, Satellite analysis, Soil fertility, Food security.

Resumen. En este trabajo se explora la aplicabilidad de las técnicas de reducción de dimensionalidad para la visualización de retroalimentaciones generadas en cursos en línea. Se revisan las técnicas de reducción de dimensionalidad lineales y no lineales y sus posibles aplicaciones en el ámbito de los cursos en línea. La reducción de la dimensionalidad y visualización de las retroalimentaciones permite tener un mejor conocimiento de conjuntos de datos de gran dimensión para su posterior tratamiento en la creación de modelos agrupamiento.

Palabras Clave: Retroalimentación, reducción de dimensionalidad, e-learning.

Summary. This paper explores the applicability of dimensionality reduction techniques for the visualization of feedback generated in online courses. It is explored linear and nonlinear dimensionality reduction techniques and their applications in the field of online courses. Dimensionality reduction and visualization of feedbacks allow to have a better knowledge of high dimensional data sets for their subsequent treatment in the creation of clustering models.

Keywords: Feedback, dimensionality reduction, e-learning.

1 Introducción

En este trabajo se evalúan diversas técnicas de reducción de dimensionalidad y visualización con la finalidad de aplicarlos al análisis de retroalimentaciones generadas en cursos en línea.

La transformación de características es un método en la que se definen características nuevas como una representación de las que se encuentran en los conjuntos de datos originales. Entre estos métodos se encuentran la reducción de dimensionalidad, en la que los documentos son transformados en un nuevo espacio de características de menor dimensión, en donde las características son una combinación lineal de las características del conjunto de datos original (Aggarwal y Zahi, 2012).

El objetivo de la reducción de la dimensionalidad es encontrar representaciones de menor dimensión de datos que preservan las propiedades principales de un problema (Deng, et al, 2022). La reducción de la dimensionalidad permite el visualizar, comprimir y decrecer el tiempo de procesamiento de los datos. Tsai (2011), menciona que el proceso de reducir el número de dimensiones puede ser útil para distinguir las características o variables más importantes con el fin de proveer mejor conocimiento sobre la naturaleza de los datos, además de permitir detectar estructuras ocultas que permite el entendimiento y visualización de los datos.

Las técnicas de reducción de dimensionalidad pueden ser lineales como el análisis de componentes principales (PCA) y Escalamiento multidimensional (MDS) o no lineales como el embebido lineal local (LLE) y el mapeo de características isométricas (ISOMAP).

Este trabajo se aplican técnicas de reducción de dimensionalidad lineal y no lineal para visualizar retroalimentaciones generadas en cursos en línea con el fin de tener un mejor panorama del conjunto de datos para su posterior tratamiento en la creación de modelos de agrupación.

Aunque existen trabajos que aplican técnicas de reducción de dimensionalidad en casos como el análisis de blogs (Tsai, 2011), diagnóstico cáncer (Galarza, 2017), imágenes satelitales (Chacón, 2021), de lo revisado en la literatura las técnicas no se han aplicado para visualizar retroalimentaciones de cursos en línea.

Las retroalimentaciones se han identificado ser un factor importante en el aprendizaje de los estudiantes (Rivera, 2021), por lo que encontrar formas que permitan analizarlas de manera automática es relevante.

En los apartados siguientes se presentan una descripción de las técnicas de reducción de dimensionalidad lineales y no lineales, metodología, experimentos, resultados y conclusiones.

2 Técnicas de reducción de dimensionalidad lineal y no lineal

El propósito de las técnicas de reducción de dimensionalidad es reemplazar las variables originales por un conjunto menor de variables subyacentes (Tsai, 2011). Las técnicas pueden clasificarse en lineales y no lineales.

2.1 Análisis de componentes principales (PCA)

El análisis de componentes principales es una técnica de reducción de dimensionalidad lineal que busca conseguir un nuevo conjunto de variables o componentes principales que están interrelacionadas entre sí a través de transformaciones ortogonales realizadas al conjunto de variables originales (Valencia, 2019).

PCA proyecta datos de n -dimensiones en un subespacio de d -dimensiones de menor tamaño en una forma que minimiza el error de suma cuadrática, o maximiza la varianza, o da distribuciones proyectadas no correlacionadas.

2.2 Escalado multidimensional (MDS)

La técnica lineal escalado multidimensional (MDS) es un enfoque que busca realizar una representación de datos de menor dimensionalidad, mientras trata de preservar las distancias entre los puntos. Es un método para representar una matriz de disimilaridad en un cierto número de dimensiones. El método trata de preservar la estructura de los datos originales en el espacio de destino, de manera que las relaciones entre los puntos se mantengan lo más cercanas posible a las relaciones originales (Bravo, 2020).

2.3 Análisis semántico latente (LSA)

El análisis semántico latente (LSA) es una técnica lineal de recuperación de información y clasificación, utiliza una matriz término-documento que describe patrones de distribución de términos (palabras) a través de un conjunto de documentos, después encuentra una aproximación de bajo orden y menor ruido que la matriz original.

2.4 Mapeo de características isométricas (ISOMAP)

La técnica de reducción de dimensionalidad no lineal ISOMAP es un mapeo que preserva una medida de distancia definida sobre una variedad de dimensión inferior que puede ajustarse a los datos razonablemente bien.

Asume que aprender esta variedad es la clave para tener éxito en el análisis de datos, y las distancias entre los puntos son intrínsecas o distancias geodésicas entre los puntos de la variedad (Deng, 2022).

Puede considerarse como una extensión de MDS o PCA. ISOMAP (Tanenbaum, 2000).

2.5 Embebido lineal local (LLE)

La técnica embebido lineal local, busca hallar la variedad de baja dimensión dentro del conjunto de datos a trabajar los cuales son de alta dimensión y conservar la propiedad de que dos puntos que estaban próximos en el espacio origen lo seguirán estando en el nuevo espacio de dimensión realizando una búsqueda de vecinos más cercanos para construir la matriz de peso y descomponer parcialmente los valores propios (Quansheng et al, 2008).

2.6 T-SNE

La técnica no lineal T-SNE, Rengifo y Gallego (2016), mencionan que es una distribución estocástica de puntos más cercanos, este método hace uso de una distribución que mide la similitud entre pares de objetos de entradas y una medida de distribución entre parejas similares de los correspondientes puntos de análisis, representando así un conjunto con una menor dimensión. Este método comienza por encontrar patrones en los datos mediante la identificación de grupos que han sido observados según la similitud de los puntos de datos con varias características.

3 Metodología

3.1 Datos

Se utilizó del conjunto de datos multi-etiqueta utilizado en Ruiz (et al 2011) que consiste en 5007 retroalimentaciones generadas por docentes en cursos en línea de la facultad de derecho de una universidad pública de México. El conjunto de datos multi-etiqueta cuenta con retroalimentaciones que fueron etiquetadas manualmente por expertos quienes utilizaron el modelo de Hattie y Timperley (2007) el cual distingue los niveles tarea (FT), proceso (FP), regulación (FR), y elogios (FS) para realizar el análisis de efectividad de los comentarios.

3.2 Extracción de características

El conjunto de datos se preprocesó a través de paso de retroalimentaciones a minúsculas, lematización, corrección ortográfica, stop words, signos diacríticos y truncamiento. Después se extrajeron las características utilizando un-gramas como unidad de separación de textos y se transformaron las retroalimentaciones en una matriz término-documento calculando el valor TF-IDF.

3.3 Aplicación de técnicas de reducción de dimensionalidad

La matriz TF-IDF fue la entrada de cada una de las técnicas de reducción de dimensionalidad lineal y no lineal PCA, MDS, LSA, ISOMAP, LLE y T-SNE para generar una nueva matriz de 2 características.

3.4 Visualización

Las matrices de dos dimensiones se utilizaron para la visualización de las retroalimentaciones mediante el uso de gráficas de dispersión que muestran cada una en un espacio de dos dimensiones. Por cada método de reducción de dimensionalidad, se obtuvieron 6 gráficos, 5 corresponden a la separación de las etiquetas utilizando relevancia binaria y el último a la generación del conjunto potencia mostrando solo aquellas retroalimentaciones que pertenecen solamente a uno de los niveles.

4 Experimentos y Resultados

Las gráficas de la Figura 1 visualizan las retroalimentaciones después de la aplicación del método de reducción de dimensionalidad lineal PCA. Se muestra que el método permite discriminar las retroalimentaciones que están en el nivel proceso (FP) (en color azul) de las que no lo están (color rojo) al mostrarlas agrupadas en lados opuestos, aunque solapamiento entre los grupos. Para los niveles FS, FR y FO se muestra alto grado de solapamiento.

Al mostrar las retroalimentaciones que pertenecen a un solo nivel se logran notar una discriminación de los comentarios que tienen las etiquetas únicas FT (moradas), FP (azul marino) y FS (azul claro).

La técnica de reducción de dimensionalidad lineal MDS Figura 2, realiza una mejor discriminación de los comentarios en el nivel FP, aunque hay solapamiento al mostrar dos grupos separadas. Al discriminar comentarios utilizando la transformación LP, muestra una alta discriminación entre FT y FP de igual forma una buena discriminación entre FP y FS. Lo que podría dar indicios de que las retroalimentaciones enfocadas al proceso no están combinadas con elogios a estudiantes.

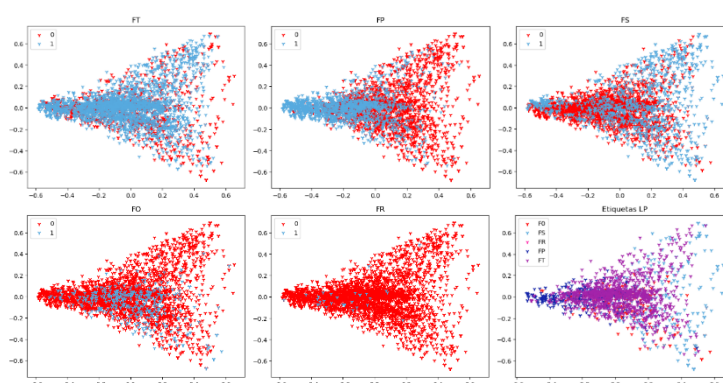


Figura 1. Visualización de retroalimentaciones con características PCA

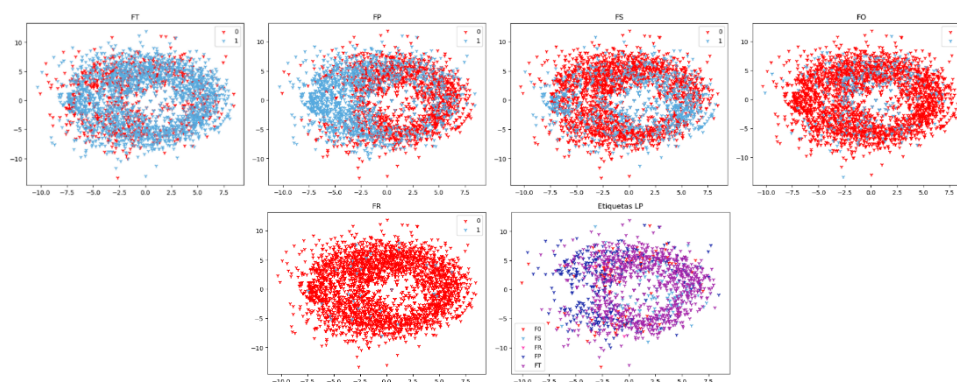


Figura 2. Visualización de retroalimentaciones con características MDS

La técnica de reducción de dimensionalidad lineal LSA Figura 3, discrimina de mejor manera comentarios de categoría FP y FT. En la discriminación de comentarios con etiqueta única lo hace de mejor manera para FP de los FS. De igual forma los FS y de los FO.

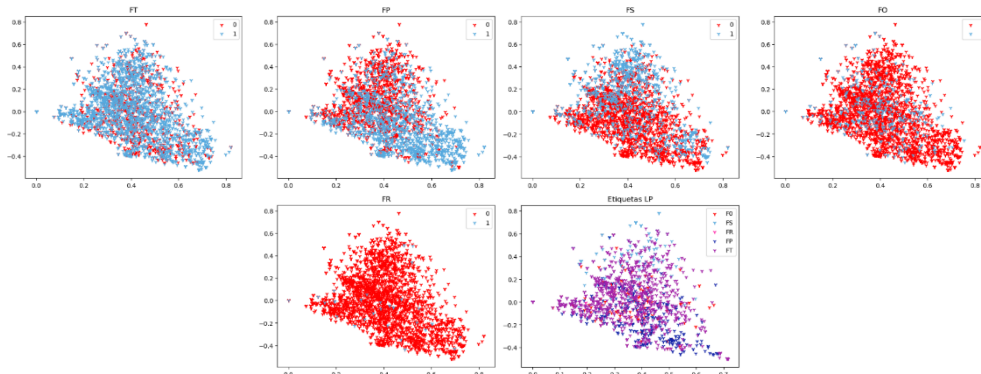


Figura 3. Visualización de retroalimentaciones con características LSA

La técnica de reducción de dimensionalidad no lineal ISOMAP Figura 4 muestra un bajo desempeño en discriminar los comentarios al estudiante para identificar si encuentra en un nivel específico o si se encuentra o en alguna de las clases. De igual forma solapa los comentarios etiquetados con una sola etiqueta.

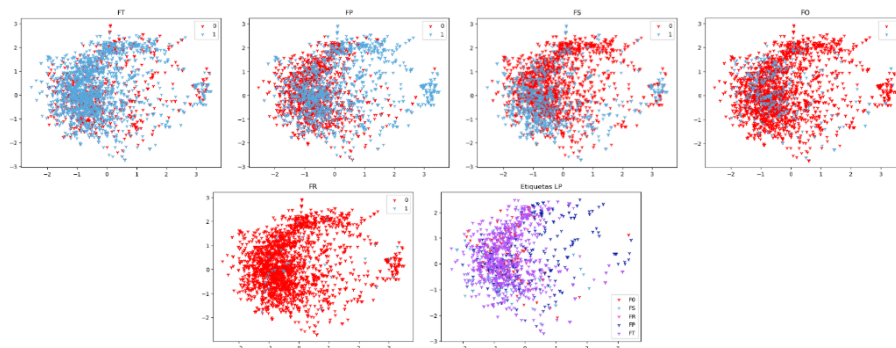


Figura 4. Visualización de retroalimentaciones con características ISOMAP

La técnica de reducción de dimensionalidad no lineal LLE Figura 5, no muestra un buen desempeño en la discriminación de los comentarios para ningún nivel. Cabe destacar que localiza comentarios que se pueden considerar ruido por la lejanía en la que se ubican entre las demás muestras.

La técnica de reducción de dimensionalidad no lineal T-SNE Figura 6, muestra un alto grado de solapamiento para todas las categorías.

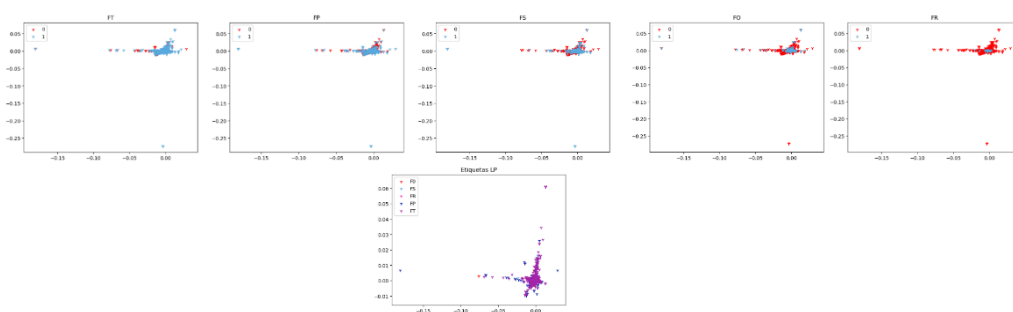


Figura 5. Visualización de retroalimentaciones con características LLE

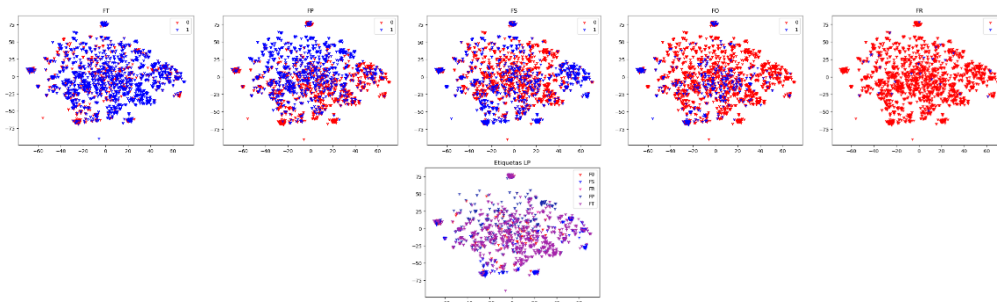


Figura 6. Gráficas de dispersión con características T-SNE.

5 Conclusiones y Trabajo Futuro

La aplicación de técnicas de reducción de dimensionalidad de retroalimentaciones en cursos en línea y visualización se ha evaluado en este trabajo. Se utilizaron técnicas de reducción de dimensionalidad lineal y no lineal. Se muestra que las técnicas de reducción de dimensionalidad lineales tienen un mejor desempeño que las no lineales. Aunque ningún método logra un buen desempeño para discriminar todas las categorías si lo realizan para separar algunas lo que puede resultar de utilidad para entender la forma en que se retroalimenta, por ejemplo, se puede destacar que cuando se enfocan a la tarea no hay elogios.

Aplicar las técnicas de reducción de dimensionalidad y visualización permite entender mejor el problema y descubrir relaciones entre las variables. Como trabajo futuro se analizará como responden la reducción de dimensionalidad en el entrenamiento de modelos de aprendizaje de máquina no supervisados.

Referencias

- Aggarwal, C. C., & Zhai, C. (2012). "A survey of text clustering algorithms." *Mining text data*, 77-128.
- Bravo, A. (2020). "Reducción de dimensiones: revisión y aplicaciones en clasificación automática".
- Chacón, J. M. (2021). "Reducción de dimensionalidad aplicada a imágenes de satélite", (Bachelor's thesis).
- Cunningham, J. P., & Ghahramani, Z. (2015). "Linear dimensionality reduction: Survey, insights, and generalizations." *The Journal of Machine Learning Research*, 16(1), 2859-2900.
- Deng, L. Y., Garzon, M., & Kumar, N. (2022). "What Is Dimensionality Reduction (DR)?." In *Dimensionality Reduction in Data Science* (pp. 67-77). Cham: Springer International Publishing.
- Galarza Hernández, J. (2017). "Reducción de dimensionalidad en Machine Learning. Diagnóstico de cáncer de mama bsado en datos genómicos y de imagen", (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). "The Power of Feedback." *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Rengifo Almanza, D. F., & Gallego Rincón, J. F. (2016). "Comparación de técnicas de reducción de dimensionalidad para la clasificación de actividades físicas humanas utilizando métodos estadísticos".
- Rivero, V. M. H., Bonilla, P. J. S., & Alonso, J. J. S. (2021). "Feedback y autorregulación del aprendizaje en educación superior". *Revista de Investigación Educativa*, 39(1), 227-248.
- Ruiz Alonso, D., Zepeda Cortés, C., Castillo Zacatelco, H., Carballido Carranza, J. L., & García Cué, J. L. (2022). "Multi-label classification of feedbacks." *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 42(5), 4337-4343.
- Tenenbaum, J. B., Silva, V. D., & Langford, J. C. (2000). "A global geometric framework for nonlinear dimensionality reduction." *science*, 290(5500), 2319-2323.
- Tsai, F. S. (2011). "Dimensionality reduction techniques for blog visualization." *Expert Systems with Applications*, 38(3), 2766–2773.
- Valencia Guerrón, M. A. (2019). "Comparación de métodos de reducción de dimensionalidad enfocados a algoritmos de clasificación supervisados aplicado a datos de redes de sensores" (Bachelor's thesis).

Aplicación Web Graficadora para Regresión Lineal de apoyo bajo el modelo de Educación Basada en Web

Graphing Web Application for Linear Regression to support the Web-Based Education model

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 presente propuesta presenta una aplicación Web graficadora para regresión lineal de apoyo bajo el modelo de Educación Basada en Web (Web-Based Education, WBE por sus siglas en inglés), basada en componentes de software en el Front-end React.js.js para la Interfaz de Usuario (User Interface, UI por sus siglas en inglés), mientras que en el Back-end se utilizó el framework Spring Boot para implementar el patrón arquitectónico Modelo Vista Controlador (Model View Controller, MVC por sus siglas en inglés), para realizar prácticas dinámicas de regresión lineal con graficación en línea bajo el paradigma de WBE, basadas en estándares del W3C. La propuesta basada en componentes de React.js.js y la librería de gráficos Highcharts para las UI de la aplicación Web. La aplicación Web cuenta con varios módulos para la construcción de material educativo didáctico de apoyo a la enseñanza de regresión lineal con graficación. Los cálculos de regresión lineal emplea TensorFlow.js.

Palabras clave: Aplicación Web, Componentes, MVC, Graficadora, Regresión Lineal.

Summary. This proposal presents a Web-based graphing application for linear regression support under the Web-Based Education (WBE) model, based on software components in the React.js.js Front-end. for the User Interface (UI), while in the Back-end the Spring Boot framework was used to implement the Model View Controller (MVC) architectural pattern. , to perform dynamic linear regression practices with online graphing under the WBE paradigm, based on W3C standards. The proposal based on React.js.js components and the Highcharts graphics library for the UI of the Web application. The Web application has several modules for the construction of didactic educational material to support the teaching of linear regression with graphing. Linear regression calculations using TensorFlow.js

Keywords: Web Application, Components, MVC, Graphing Machine, Linear Regression.

1 Introducción

Las computadoras han revolucionado gran número de actividades humanas, el advenimiento de la Internet, y la llegada de la Web (World Wide Web, WWW por sus siglas en inglés) han posibilitado la creación de herramientas inimaginables hace algunos años, no estando exenta la educación, existiendo un gran número de herramientas educativas prominentes [1]. La pandemia de COVID-19 evidenció insuficiencias educativas sustanciales ante el aislamiento en casa, las instituciones educativas buscaron alternativas para reducir la deserción escolar y lentamente regresar a las actividades académicas normales, pero hubo actividades que requerían de una infraestructura de software mejor, la implementación laboratorios tradicionales es uno de esos casos [2]. El nacimiento de las Tecnologías de la Información (Information Technologies, TI por sus siglas en inglés) han provisto apoyo a cada vez más campos del conocimiento, incluida la educación, las TI tienen cada vez más presencia en las aulas, posibilitando desarrollar nuevos modelos de enseñanza/aprendizaje. Las TI tienen sus pros y contras, con personas a favor y en contra, pero independientemente de esto, estas han llegado para quedarse. Las TI han permitido elaborar nuevos escenarios de enseñanza/aprendizaje desafiantes e interesantes, impensables hace algunos años, pero aparte de que estemos a favor o en contra, debemos examinar la forma de aprovecharlas a nuestro favor. La Web tiene una cantidad importante de aportaciones sobresalientes, pero hay todavía mucho lugar para contribuir [3].

La enseñanza de las matemáticas puede apoyarse con diferentes herramientas de software como: hoja de cálculo, software de graficación de funciones, software de probabilidad y estadística, etc. [4], para reafirmar la comprensión de conceptos complejos con la idea de apoyar su entendimiento, la representación gráfica de una ecuación puede ayudar en su comprensión, y si además mostramos las soluciones en el gráfico, muy posiblemente apoyara a los estudiantes a mejorar su comprensión, muy seguramente es posible encontrar recursos de software libres relacionados con el proyecto a desarrollar.

El Aprendizaje Máquina (Machine Learning, ML por sus siglas en inglés) es una subcategoría de la Inteligencia Artificial (Artificial Intelligence, AI por sus siglas en inglés), buscando que las maquinas puedan aprender de diferentes maneras. Existen diferentes aplicaciones para el ML como: reconocimiento de imágenes, voz y escritura, sistemas de predicción, vehículos inteligentes, medicina, asistentes personales virtuales, ciberseguridad, etc. Hay tres categorías principales para los modelos con ML: aprendizaje supervisado, aprendizaje no supervisado y reforzamiento de aprendizaje. Los algoritmos de aprendizaje supervisado se categorizan principalmente en: regresión y clasificación. La regresión es ampliamente utilizada por ejemplo en: economía para el estudio de las relaciones entre variables económicas, medicina puede utilizarse para predecir el riesgo de enfermedades, pronósticos de ventas, etc. [5]. La importancia regresión lineal reside en las predicciones que puede hacer. La regresión es parte de diferentes temarios de cursos como: matemáticas, economía, estadística, programación para ciencia de datos, análisis de series de tiempo, modelos econométricos, métodos numéricos, desarrollo de aplicaciones para análisis de datos, etc., de ahí su importancia. La regresión lineal se imparte en diferentes instituciones educativas a nivel superior, y medio superior, formando parte importante de carreras emergentes como ciencia de datos.

La Secretaría de Educación Pública (SEP) ha convocado a autoridades educativas del país a privilegiar acciones para restituir la pérdida de aprendizajes en estudiantes de educación básica, hacer frente al abandono escolar, para garantizar los objetivos educativos, las cuales son consideradas como prioritarias [2]. Pero esta pérdida de aprendizajes no solo afecto a los estudiantes de educación básica, en los niveles de media superior y superior también hubo importantes afectaciones. La pandemia por COVID-19 en su momento ocasiono una pérdida de aprendizajes, pero también exhibió una infraestructura de software deficiente para herramientas de apoyo educativo, con lo cual muchas instituciones educativas empezaron a buscar soluciones, encontrado en la Web una opción importante para construir herramientas de apoyo educativo innovadoras de calidad.

La presente propuesta pretende apoyar la enseñanza de predicción de datos con la técnica de regresión lineal para el análisis de datos, con el fin de desarrollar contenidos educativos didácticos por medio de una aplicación Web graficadora para regresión lineal bajo el modelo de WBE, donde los alumnos puedan interactuar y probar los ejercicios didácticos dinámicos, y los profesores puedan reducir la complejidad en el desarrollo de este tipo de materiales educativos.

2 Estado del Arte

Mencionaremos en seguida algunas propuestas existentes para el apoyo de la enseñanza de la regresión lineal. Para empezar la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) tiene varios sitios en línea con el tema de regresión lineal, los cuales básicamente tienen: texto, imágenes, documentos con Formato de Documento Portable (Portable Document Format, PDF por sus siglas en inglés), etc., para la parte de experimentación y graficación se utiliza Excel de Microsoft [6]. Por otra parte, la academia Khan emplea los videos fundamentalmente para los contenidos, cuenta con ejercicios de evaluación simple de tipo opción múltiple y llenado en blanco, además tiene un panel de aprendizaje personalizado, la parte de graficación está limitada a imágenes estáticas, tiene artículos sobresalientes en el tema de la regresión lineal [7]. Geogebra es un emprendimiento para la enseñanza de las matemáticas, resaltando en temas como: algebra, estadística, cálculo, geometría, etc. [8]. La aplicación de Geogebra tiene contenidos didácticos interactivos dinámicos, que la diferencia de las dos iniciativas previas, incluso cuenta con una calculadora para cálculos de regresión lineal [9], utiliza Applets para llevar a cabo actividades como: gráfica, Sistema de Álgebra Computacional (Computer Algebra System, CAS por sus siglas en inglés), geometría, geometría 3D, hoja de cálculo, probabilidad y notas, pero lamentablemente están tecnología esta depreciada [10]. PhET es una propuesta basada en simulaciones computacionales interactivas para la enseñanza/aprendizaje de materias como: física, química, matemáticas y ciencias. PhET busca un aprendizaje basado en la exploración, con apoyo de modelos visuales para la comprensión de conceptos abstractos complejos [11]. Las simulaciones de PhET actualmente ya soportan estándares del Consorcio Web Mundial (World Wide Web Consortium, W3C por sus siglas en inglés), lo que fomenta la compatibilidad entre navegadores Web. Para la regresión lineal PhET tiene un simulador interactivo para regresión por mínimos cuadrados (Least Squares Regression, LSR por sus siglas en inglés) [12], pero no es posible actualmente crear nuevos materiales educativos didácticos reutilizando partes o todo el simulador LSR de PhET.

La propuesta expone el desarrollo de una aplicación Web graficadora de apoyo para la enseñanza de la regresión lineal basada en componentes de software del lado del cliente, con el modelo de WBE. La propuesta tiene como intención ser una herramienta graficadora de apoyo en la enseñanza de la regresión lineal, con el paradigma de WBE. La propuesta hace uso de patrones de diseño de software soportados elementos reutilizables, para solucionar problemas recurrentes de la propuesta. La propuesta ofrece crear material didáctico educativo en línea dinámico disminuyendo la complejidad técnica, para que los alumnos puedan poner a prueba sus saberes con experiencias concretas.

3 Metodología usada

3.1 Definición de Intenciones y alcance del proyecto

La propuesta empleó la arquitectura Cliente/Servidor, con un Front-end, y un Back-end, se utilizó el patrón arquitectónico Modelo Vista Controlador (Model View Controller, MVC por sus siglas en inglés) – II, donde el modelo proporciona el soporte para la base de datos, la vista despliega los datos al usuario, y el controlador procesa las entradas con su lógica de negocios y salida correspondiente. En el Front-end se utilizó el patrón de diseño de software composición, basado en componentes de software React.js.js [13], basado en la construcción de componentes complejos con componentes más simples, utilizados para la construcción de las UI de la propuesta conformando las vistas en el patrón arquitectónico MVC-II, para favorecer el requerimiento no funcional (RNF) de compatibilidad de la propuesta, se utilizó el empaquetador de recursos Webpack [14], para codificar el Front-end con los componentes de React.js.js con el lenguaje de programación ECMAScript 6 (JavaScript 6), para después transpilarlo a ECMAScript 5 (JavaScript 5), con la finalidad de favorecer la compatibilidad, ya que la mayoría de los navegadores Web actuales ya ejecutan ECMAScript 5 (JavaScript 5), para llevar a cabo esto se empleó el cargador babel-loader, para transformar el código de la versión 6 a la versión 5. El Back-end utilizó el patrón de diseño de software MVC-II, realizado con el marco de trabajo Spring Boot [15] basado en Java.

La Figura 1 muestra el diagrama de componentes de software del 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 BrowserRouter, el cual es un ruteador para actualizar las UI de acuerdo con el respectivo Localizador de Recurso Uniforme (Uniform Resource Locator, URL por sus siglas en inglés). El componente App es contenedor del Fron-end, integrado con los siguientes componentes clave: Home, Eliminar, Login, CrearGrafica, VerGrafica, ActualizarGrafica y ProbarGrafica. La propuesta despliega un Crear (Crear), Leer (Info), Actualizar (Editar) y Borrar(Pregunta) (Create, Read, Update and Delete, CRUD por sus siglas en inglés), el profesor debe ser primeramente validado para poder utilizar el componente CRUD, para crear sus ejercicios con la graficadora de regresión lineal. Los componentes: CrearGrafica, VerGrafica, ActualizarGrafica, y Eliminar; implementan el CRUD correspondiente de la propuesta para la graficadora de regresión lineal. La propuesta utiliza una librería JavaScript de gráficos denominada Highcharts [16], basada en gráficos vectoriales escalables (Scalable Vector Graphics, SVG por sus siglas en inglés), posibilitando que las gráficas de la propuesta sean escalables. El componente VerGrafica además utiliza la librería JavaScript TensorFlow.js [17], permitiéndonos agregar el entrenamiento y despliegue de ML para la regresión lineal del lado del cliente en el navegador, se utiliza también la librería React.js-bootstrap para hacer responsiva la propuesta. La implementación de la propuesta se basa en el modelo de componentes de React.js, lo cual nos permitió agregar componentes preconstruidos por terceros listos para utilizarse, e incorporarlos al desarrollo de nuestros componentes en el Front-end.

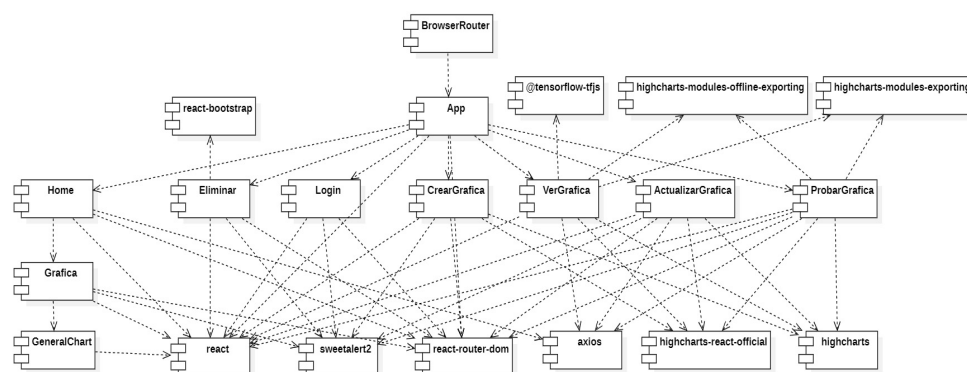


Figura 1. Diagrama de Componentes del Front-end de la propuesta de la graficadora para regresión lineal.

La Figura 2 muestra la arquitectura de la propuesta para la graficadora de regresión lineal exponiendo el Front-end y Back-end, el marco de trabajo empleado fue Spring Boot basado en Java [15]. Spring Boot soporta Mapeado Objeto Relacional (Object Relational Mapping, ORM por sus siglas en inglés), permitiéndonos mapear los registros en entidades, mejorando los RNF de mantenibilidad y escalabilidad. Spring JDBC se utilizó para el manejo de la base de datos con JDBCTemplate, simplificando codificación y configuraciones. La Figura 2 muestra el patrón Objeto de Acceso a los Datos (Data Access Object, DAO por sus siglas en inglés), encapsulando la capa de la base de datos, posibilitándonos operar los CRUD de la propuesta. La Programación Orientada a Aspectos (Aspect Oriented Programming, AOP por sus siglas en inglés) favoreció la modularidad, adicionando comportamientos. Spring MVC posibilitó implementar el patrón MVC-II en la propuesta incorporando: Thymeleaf [18], React.js y TensorFlow.js en la vista. Thymeleaf fue utilizado como un motor de plantillas Java para manejar los documentos XML/XHTML/HTML de la propuesta, React.js se empleó para la construcción de las UI con JavaScript en el Front-end, TensorFlow.js se empleó en el entrenamiento e implementación de los modelos de aprendizaje para llevar a cabo el ML, con JavaScript en el Front-end. Spring Security se empleó para encargarse de la autenticación y el control a los recursos de la propuesta.

La propuesta utilizó el marco de trabajo Spring Boot 2.7.2 [15], en conjunto con el servidor Web fue Apache Tomcat 9.0.76 [19]. La base de datos empleada fue MySQL 8.0.12 [20]. Las vistas se integraron con las tecnologías: Thymeleaf, React.js y TensorFlow.js. La librería TensorFlow.js fue empleada para llevar a cabo los cálculos de regresión lineal usando una red neuronal, ejecutándose en el navegador Web del usuario mostrado en la Figura 2. El controlador ApplicationController utilizó la notación @Controller, que de acuerdo con la petición de entrada del usuario se ejecuta su lógica de negocios, y salida correspondiente, la persistencia se implementó con Spring Data. La Figura 2 muestra también el despliegue del patrón DAO con: Spring Data, API de Persistencia Java (Java Persistence API, JPA por sus siglas en inglés), Hibernate y conectividad de Base de Datos Java (Java Data Base Connectivity, JDBC por sus siglas en inglés). La capa de persistencia con el despliegue de las tecnologías antes mencionadas posibilitó entrelazar los modelos orientación a objetos y relacional, mejorando los RNF de mantenibilidad y escalabilidad en la propuesta. La Figura 2 muestra la capa de metadatos y archivos de configuración con Lenguaje de Marcado Extensible (eXtensible Markup Language, XML por sus siglas en inglés) llevados a cabo con la librería JDOM, para los archivos XML de configuración de los componentes [21].

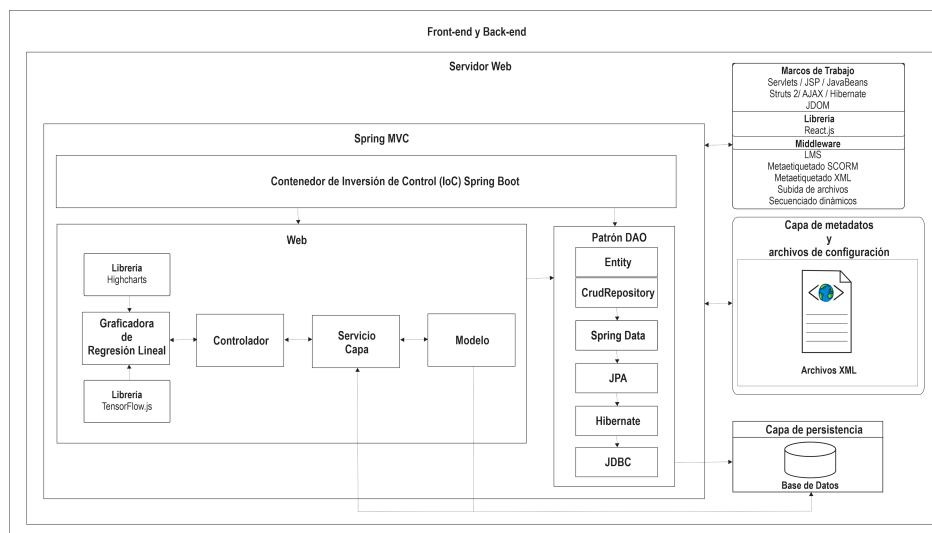


Figura 2. Arquitectura de la propuesta de la graficadora de regresión lineal.

4 Resultados experimentales

La Figura 3 despliega la UI del CRUD de la Graficadora para de Regresión Lineal, la librería Highcharts tiene diferentes tipos de graficas que a continuación mencionamos: línea, ranura, área, área ranura, columna, barra, circular, dispersión, calibre, rango de áreas, rango de áreas ranura y rango de columnas. La Figura 3 expone las opciones de cada uno de los ejercicios con diferentes tipos de graficas: Visualizar, Modificar, Eliminar y Ejercicio. La seguridad de la propuesta se basa en Spring Security, con etiquetas Thymeleaf, para la autorización de acceso a los recursos de la propuesta basados en su rol, en la propuesta se tuvieron tres roles: administrador, profesor y administrador. La vista de la propuesta conjunto tres tecnologías: Thymeleaf, React.js.js y TensorFlow.js, el

Back-end generalizo la clase derivada WebSecurityConfig desde la clase base WebSecurityConfigurerAdapter para Spring Security, para la autenticación de usuarios, y la autorización a los recursos basado en el rol.

La Figura 4 despliega la UI del ejercicio: “Efectos de diferentes entrenamientos” al dar clic al botón de Visualizar, desplegando la gráfica de área ranura con los datos del ejercicio Efectos de diferentes entrenamientos utilizando regresión lineal, en parte superior se tiene un botón denominado: “Predecir Datos”, que permite predecir el siguiente dato en función de los datos utilizados en la regresión lineal, viéndose reflejado la predicción en la gráfica correspondiente. La propuesta para los cálculos de regresión lineal utilizo redes neuronales con TensorFlow.js. La red neuronal se construyó con una sola capa y un nodo, permitiéndonos representar la ecuación lineal de la forma $y=mx + c$, donde m es el peso aplicado en la entrada, y c es el sesgo (bias).



Figura 3. CRUD con ejercicios de la Graficadora para Regresión Lineal.

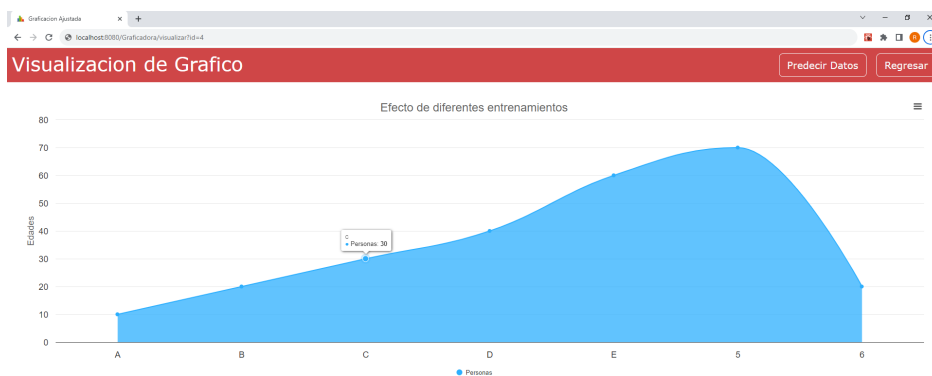


Figura 4. Ejercicio Efecto de diferentes entrenamientos tipo área ranura de la Graficadora para Regresión Lineal con predicción de datos.

5 Conclusiones y Trabajo Futuro

La propuesta planteo una Graficadora para Regresión Lineal de apoyo, disminuyendo la complejidad en el desarrollo de contenidos y evaluaciones interactivas utilizándola conjuntamente, con componentes de software para material didáctico de apoyo. La propuesta fue programada con ECMAScript 6 en conjunto con React.js y TensorFlow.js en el Front-end, con componentes propios y componentes preconstruidos por terceros. El Front-end construyo componentes complejos tomando componentes más simples, aprovechando la reutilización, utilizando el patrón de composición para el Front-end de la propuesta. La creación de materiales educativos de apoyo con la integración de la graficadora para desplegar la regresión lineal puede disminuir significativamente, atenuando la complejidad coligada para el profesor.

El Back-end empleo Spring Boot, contando con recursos impresionantes resaltando los siguientes: autenticación, autorización, CRUD generalizados, JPA, Hibernate, ORM, JDBC, AOP, MVC, Inyección de Dependencias (Dependency Injection, DI por sus siglas en inglés), y seguridad. La persistencia fue implementada

con: MySQL 8.0.12, JDBC, ORM, Hibernate, CRUD generalizados, JPA, patrones: DAO y MVC-II. La persistencia posibilita desarrollar materiales educativos interactivos dinámicos, donde los estudiantes pueden poner a prueba sus saberes con experiencias concretas. La propuesta desarrolla los ejercicios para regresión lineal utilizando las librerías: TensorFlow.js, React.js.js y Highcharts. La regresión lineal se lleva a cabo de la siguiente manera: preparación de los datos, construcción del modelo, entrenamiento del modelo, prueba del modelo y predicciones del modelo, posibilitando integrar el ML a la propuesta para la estimación de la regresión lineal, y mostrarla por medio del navegador Web, el tema de regresión lineal es visto en múltiples materias, por lo cual la propuesta es una herramienta interesante de apoyo.

La mantenibilidad y escalabilidad se favoreció con el patrón MVC-II, y de: ORM, JPA, Hibernate, JDBC, DAO. La propuesta busca emplear librerías y marcos de trabajo gratuitos, para disminuir los costos por licenciamiento del prototipo. La única librería que tiene licencia propietaria es Highcharts, pero es gratuita para uso personal, o desarrolladores con proyectos sin fines de lucro; posteriormente en determinado caso puede ser sustituida esta librería en caso de ser necesario. Los patrones de diseño de software en la propuesta proporcionaron elementos reutilizables desde el diseño del sistema, para solucionar problemas recurrentes de la propuesta, mejorado la mantenibilidad, y permitiéndonos actualizar la propuesta debido a cambios futuros en los requerimientos.

En cuanto a trabajo futuro de la propuesta, se pueden trabajar varios aspectos: agregar otros patrones de diseño de software, extender la librería de componentes actual, análisis de las métricas de los estudiantes con ML, agregar otros 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: López Cardoza Víctor Josué y Rojas Vázquez José Alonso.

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] Concepciones en la enseñanza de la Matemática en educación infantil, URL: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982009000300005
- [5] R. Doshi K. K. Hiran, R. Jain, Machine Learning: Master Supervised and Unsupervised Learning Algorithms with Real Examples (2021) India.
- [6] tl_rmaer: Tutorial Regresión lineal, URL: <https://amyd.quimica.unam.mx/mod/resource/view.php?id=5148>
- [7] Khan Academy, URL: <https://www.khanacademy.org/math/statistics-probability/describing-relationships-quantitative-data/introduction-to-trend-lines/a/linear-regression-review>
- [8] Modelo de regresión lineal. – GeoGebra, URL: <https://www.geogebra.org/m/aZRrGPJU>
- [9] Linear Regression Calculator – GeoGebra, URL: <https://www.geogebra.org/m/tKfVszzp>
- [10] Deprecated APIs, Features, and Options, URL: <https://www.oracle.com/java/technologies/javase/9-deprecated-features.html>
- [11] PhET: Free online physics, chemistry, biology, earth science and math simulations, URL: <https://phet.colorado.edu/>
- [12] Least-Squares Regression - Linear Regression | Correlation | Residuals - PhET Interactive Simulations, URL: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/least-squares-regression>
- [13] React.js – A JavaScript library for building user interfaces, URL: <https://React.js.org/>
- [14] webpack, URL: <https://webpack.js.org/>
- [15] Spring Boot, URL: <https://spring.io/projects/spring-boot>

- [16] highcharts-react-official - npm, URL: <https://www.npmjs.com/package/highcharts-react-official>
- [17] TensorFlow.js | Aprendizaje automático para desarrolladores de JavaScript, URL: <https://www.tensorflow.org/js?hl=es-419>
- [18] Thymeleaf, URL: <https://www.thymeleaf.org/>
- [19] Apache Tomcat® - Welcome!, URL: <https://tomcat.apache.org/>
- [20] MySQL, URL: <https://www.mysql.com/>
- [21] JDOM, URL: <http://www.jdom.org/>

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].

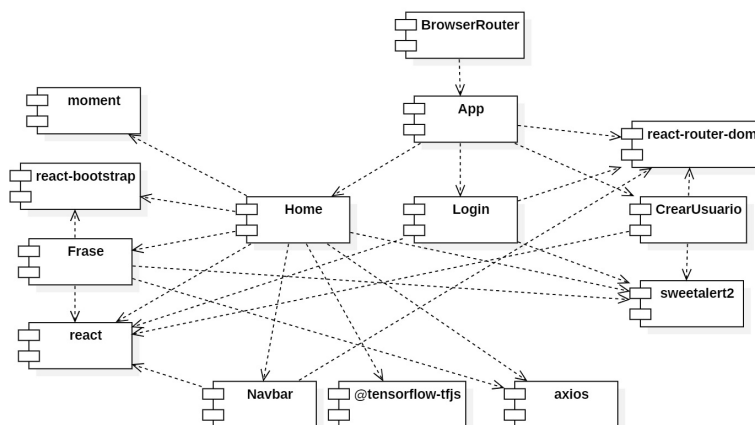


Figura 1. Diagrama de Componentes del Front-end de Tareas con reconocimiento de sentimientos.

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) mejoró 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 emplea 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.

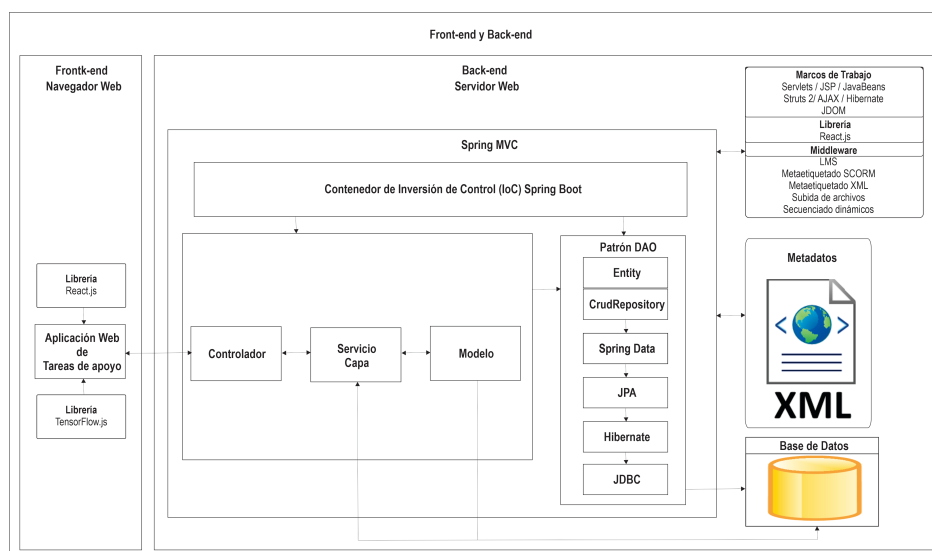


Figura 2. Arquitectura de la propuesta de la Aplicación Web de Tareas de apoyo.

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.

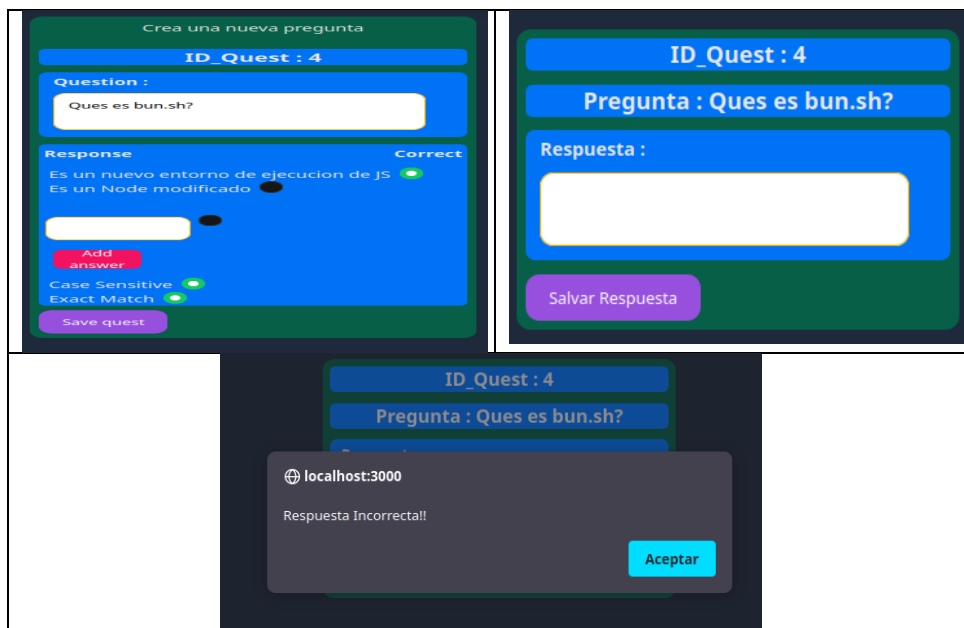


Figura 4. Despliegue de Tarea de apoyo llenado en blanco con NLP y evaluación automática.

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/>

“Emotions Analytic”: Plataforma Web que monitorea las emociones de los usuarios en las Redes Sociales

“Emotions Analytic”: Web platform that monitors the emotions of users on Social Networks

Ana Lilia Sosa López¹ Roberto Custodio Martínez² and Manuel Torres Vásquez³

¹ Tecnológico Nacional de México- Campus Centla, Calle Ejido s/n, Colonia SigloXXI, Frontera, Centla, Tabasco, 86750. México
ana.sosa@centla.tecnm.mx

² Tecnológico Nacional de México- Campus Centla, Calle Ejido s/n, Colonia SigloXXI, Frontera, Centla, Tabasco, 86750. México
roberto.custodio@centla.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México- Campus Centla, Calle Ejido s/n, Colonia SigloXXI, Frontera, Centla, Tabasco, 86750. México
manuel.torres@centla.tecnm.mx

Fecha de recepción: 16 de noviembre de 2023

Fecha de aceptación: 25 de abril de 2024

Resumen. El proyecto se realizó en el municipio de Centla Tabasco, consiste en realizar una aplicación web que monitoree aquellas publicaciones que realizan los estudiantes con la finalidad de detectar sus emociones plasmadas en la red social de una cuenta de Twitter. El uso de la tecnología en los problemas emocionales de estudiantes, mitiga en gran medida las consecuencias que origina el desequilibrio psicológico antes mencionado. Estas metodologías tradicionales imponen una disciplina de trabajo sobre el proceso de desarrollo del software, con el fin de conseguir un medio tecnológico más eficiente que coadyuve a enfrentar los problemas emocionales y de conducta en los estudiantes de nivel superior. Por tal motivo, se decide desarrollar una aplicación web para el monitoreo emocional mediante indicadores de temas en redes sociales, para tutores que puedan detectar complicación psicológica, solicitando a tiempo canalizaciones psicológicas emocionales y conductuales.

Palabras Claves: Redes Sociales, Emociones, Aplicación Web, Tutoría, Trastornos.

Abstract. The project was carried out in the municipality of Centla Tabasco, it consists of making a web application that monitors those publications made by students in order to detect their emotions reflected in the social network of a Twitter The use of technology in the emotional problems of students, greatly mitigates the consequences caused by the aforementioned psychological imbalance These traditional methodologies impose a work discipline in the software development process, in order to achieve greater efficiency through technology that helps address emotional and behavioral problems in higherlevel students. For this reason, it was decided to develop a web application for emotional monitoring through indicators of topics in social networks, for tutors who can detect psychological complication, requesting emotional and behavioral psychological care. channeling on time.

Keywords: Social Networks, Emotions, Web Application, Tutoring, Disorders.

1 Introducción

El presente proyecto de investigación tiene como finalidad compartir la eficiencia de la aplicación web, que permita interactuar estudiantes y tutores, y estos a su vez les ayude a monitorear las emociones de los estudiantes en el programa institucional de tutoría en el Instituto Tecnológico Superior de Centla (ITSCe), actualmente algunos jóvenes que forman parte de la casa de estudio en el municipio de Centla Tabasco han sufrido de trastornos emocionales que afectan en su desarrollo académico, hasta el límite de llegar a posibles decisiones como: deserción escolar, bajo rendimiento académico en las asignaturas, el suicidio en una ocasión se presentó en la institución o padecer depresión. Los problemas emocionales nos pueden afectar a todos, en cualquier situación de presión constante, o estrés en exceso, pero es necesario realizar un monitoreo de las emociones a los jóvenes que son muy volubles en su toma de decisión.

Los aspectos desarrollados en este proyecto de investigación, supone que la frecuencia con la que los jóvenes del ITSCe utilizan las redes sociales y el dominio que tienen en el manejo de las diferentes herramientas

tecnológicas, son elementos impulsores para mejorar la calidad de vida de los estudiantes con la finalidad de detectar y monitorear sus emociones que publique en dichas redes sociales.

H1 Existe una relación directamente proporcional entre las variables de dominio y frecuencia de uso de las redes sociales en los estudiantes del ITSCe.

H2 El uso de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones para las actividades personales en los estudiantes y jóvenes del Municipio de Centla Tabasco, coadyuva al monitoreo de problemas emocionales mejorando su calidad de vida y profesional.

Finalizando con los objetivos de la investigación que consistió en “Desarrollar una aplicación web que permita extraer temas de interés en twitter, mostrando gráficamente las palabras de mayor interés que los estudiantes del ITSCe publican, con la intención de monitorear las emociones y mitigar problemas psicológicos en los jóvenes”.

2 Estado del arte

El proyecto de investigación tomó en cuenta, identificar los conceptos centrales que sustentan el trabajo de investigación a partir de una revisión amplia de la literatura vinculada a una línea de investigación.

Depresión

La depresión constituye uno de los problemas de salud pública más relevante tanto a nivel nacional como internacional. La Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2023 alertó que alrededor de 350 millones de personas la padecen, mientras que en México afecta a cerca de 10 millones. En el 2019[1], el autor Vergara, principalmente depresión, al enfrentar a los alumnos con nuevos estresores. “Los estudiantes que se ubican entre las edades de 16 a 21 años son lo que presentan mayores niveles de depresión”.

Frecuentemente, son los padres y profesores los que detectan que algo no funciona adecuadamente, y solicitan una evaluación emocional y conductual. Por su parte los profesores suelen pedir estas valoraciones por problemas de conducta y bajo rendimiento escolar, mientras que los padres consultan por problemas de rivalidad y/o celos entre los hermanos, alteraciones de conducta, y miedos diversos, [2], Coila señala que el uso de la tecnología en los problemas emocionales en los estudiantes, tendrían algunas buenas prácticas de educación emocional a nivel nacional que tratan las emociones con aplicaciones como las descritas anteriormente. Las Islas Canarias son un referente europeo en la implantación de la educación emocional de forma obligatoria en sus planes de estudios. Han creado un programa llamado Emocrea y que ahora se ha adaptado a los tiempos de pandemia con el llamado Emocrea en casa. Consiste en enseñar de forma divertida, involucrando a padres e hijos y así poder sentir las emociones que están viviendo sus hijos en el proceso de aprendizaje [3], Dueñas.

3 Metodología usada

Para llevar a cabo la investigación documental se realizó una investigación cuantitativa – descriptiva debido a que se utilizó para comprender patrones y correlaciones, entender relaciones de causa y efecto, para probar o confirmar las hipótesis planteadas en el estudio de la investigación.

3.1 Población y muestra.

El Instituto Tecnológico Superior de Centla cuenta con una población estudiantil de 1276 alumnos, según informes proporcionados por la oficina de servicios escolares. Para la obtención de una muestra de la población se utilizó la fórmula para cálculo de la muestra poblaciones finitas.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \quad (1)$$

Donde:

N = Total de la población

Z α = 1.96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%)

p = proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)

$q = 1 - p$ (en este caso $1 - 0.05 = 0.95$)
 d = precisión (en su investigación use un 5%).

Se sustituyeron los datos, obteniendo así el número total de la población a la cual entrevistaremos, usamos una precisión del 97.5%, quedando entonces de la siguiente forma:

$$n = \frac{((1276 * 2.24^2)0.05 * 0.95)}{0.05^2 * (1276 - 1) + 2.24^2 * 0.05 * 0.95} = 88.77153956$$

¹ 1999. Ramírez. Formulas aplicables a las poblaciones finitas

$N = 1276$
 $Z_{\alpha} = 2.24$
 $p = 0.05$
 $q = 0.95$ $d = 0.05$

3.2 Fases del proceso de desarrollo de software.

Un producto de software es el conjunto completo de programas informáticos, procedimientos, actividades documentación y datos especificados para su suministro a un cliente; el desarrollo se ocupa de todas las técnicas y de gestión necesaria para crear el producto. Cada nueva versión se crea a través de un proceso de desarrollo de software. Típicamente, el proceso se divide en seis fases principales: (1) el análisis y especificación de requisitos, donde se establece qué debe lograr el producto de software; (2) el diseño, que determina cómo cumplirá el software esos requisitos; (3) la puesta en práctica, que crea el producto de software que se ha diseñado (esto combina el desarrollo de nuevos componentes con la reutilización o modificación de componentes anteriores); (4) la prueba, (5) documentación (6) Mantenimiento que garantiza que el producto de software funciona como se pretende. [4], Rosselló.

3.2.1 Análisis de requisitos

De acuerdo a la recopilación de la información se extrajo los requisitos del producto de software, este es la primera etapa para crearlo. El resultado del análisis de requisitos se plasma en el documento Especificación de Requerimientos del Sistema. La captura, análisis y especificación de requisitos (incluso pruebas de ellos), es una parte crucial; de esta etapa depende en gran medida el logro de los objetivos finales, en ella pudimos obtener el siguiente diagrama (ver figura 1).

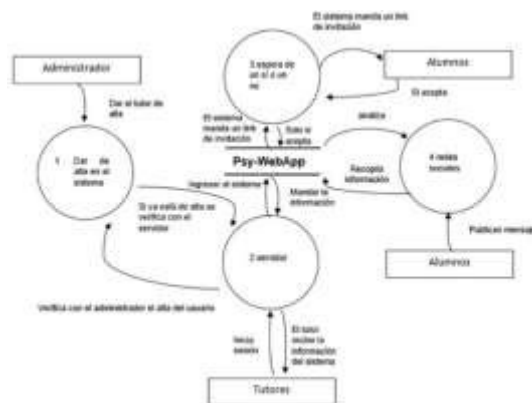


Figura 1. Diagrama de Procesos producto del análisis y especificación de requisitos.

3.2.2 Diseño y arquitectura

En esta etapa se incorporaron consideraciones de la implementación tecnológica, como el hardware, la red, entre otros elementos. Se definen los casos de uso para cubrir las funciones que realizará el sistema, y se transforman las entidades definidas en el análisis de requisitos en clases de diseño, obteniendo un modelo cercano

a la programación orientada a objetos, a continuación, presentamos en el siguiente diagrama de casos de usos (ver figura 2).



Figura 2. Diagrama de Casos de Uso.

3.2.3 Construcción del Software

En esta etapa de construcción del software se desarrolló utilizando las siguientes tecnologías:

Proyecto:

- Base de datos: MySQL
- Lenguaje: Python 3.6
- Framework: Django 2
- API: Twitter
- Librerías de terceros: TextBlob, googletrans, StringTagger, Phirehose.

Servidor:

- Sistema operativo: CentOS 7
- Servidor Web: Apache 2

Phirehose es una librería que se implementa como una sola clase abstracta que se amplía para utilizar la API de transmisión de Twitter. Esta opción de diseño se hizo para permitir la utilización de la biblioteca con la cantidad mínima de código. La recolección de las palabras claves que generan los estudiantes mediante la red social de Twitter se monitorea de la siguiente manera: Los comentarios se extraen de la cuenta de twitter del Instituto Tecnológico Superior de Centla, esta cuenta:

<https://twitter.com/ITSCentla?s=09>

La aplicación extrae las últimas 25 publicaciones de cada seguidor (tutorado). Y con eso se realiza la evaluación de cada uno. Este proceso es automático ya que gracias a la API de Twitter se recolecta cada hora los datos nuevos, si quisiéramos analizar o ver palabras claves de alguien nuevo (por ejemplo, usted) tendría que seguir a la página delITSCe y cuando el sistema se actualice, es decir, cada hora recopilará sus publicacionesdel nuevo usuario.

3.2.4 Pruebas

En esta fase consiste en comprobar que el software realice correctamente las tareas de búsquedas de palabras claves en la red social de twitter. Para el procesamiento y comprobación de palabras claves se utilizó el lenguaje Python 3.6 y el framework Django 2 para realizar tareas de Recuperación de Información (IR) y Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP).

En esta etapa se realizaron las siguientes pruebas:

- Análisis de fechas de las publicaciones.
- Distribución de frecuencia, se probó los análisis simples y se utilizó como base para muchos otros algoritmos.
- Se analizó de igual manera el funcionamiento de Rapid Automatic Keyword Extraction (RAKE), es un algoritmo para automatizar rápidamente la extracción de palabras clave.

Por último, se llevó la última etapa

3.2.5 Documentación

Todo lo referente a la documentación del propio desarrollo del software y de la gestión del proyecto, pasando por modelaciones (UML), diagramas, pruebas, manuales de usuario, manuales técnicos, etc. Quedaron debidamente documentados. [5], Krall.

3.2.6 Mantenimiento

El propósito de esta fase fue de asegurar que el software esté disponible para los usuarios finales, que en este caso serán los tutores del Instituto Tecnológico Superior de Centla, se corrigieron los errores y defectos encontrados en las pruebas de aceptación, capacitar a los usuarios y proveer el soporte técnico necesario.

4 Resultados Experimentales

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante el Desarrollo de la aplicación web durante el proyecto de investigación en esta primera etapa.

Administrador, Tutores y estudiante.

En el siguiente diagrama de actividades se describe la totalidad de las funciones que hacen el administrador, el tutor y los alumnos por parte de la aplicación web (ver figura 3).

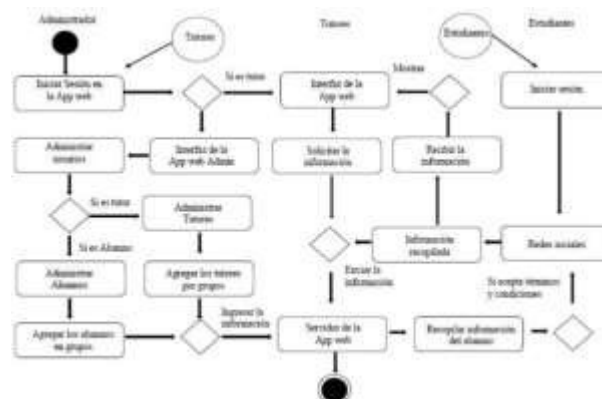


Figura 3. Diagrama de actividades de la funcionalidad de la aplicación web

Diagrama relacional de la base de datos

Es necesario diseñar una base de datos para especificar el alojamiento de los datos que se presenta en los casos de uso. En el siguiente diagrama se muestra los datos y sus relaciones que conllevará la aplicación web (ver figura 4).



Figura 4. Diagrama relacional de la base de datos.

Aplicación web para el monitoreo emocional.

Mencionar que este proyecto se encuentra en una primera etapa, es decir, solo se presenta en estos momentos la aplicación web; En una segunda etapa se tiene contemplado operar los resultados estadísticos que genere la aplicación y las estrategias que implementará el programa institucional de tutorías para contrarrestar los problemas emocionales que se presenten en los estudiantes de la institución educativa.

La aplicación refleja el porcentaje de estudiante donde se evalúan sus emociones y conductas, en esta pantalla podremos ver la estadística general de los estudiantes, identificándolos con colores correspondientes a la estadística, es decir, el color amarillo sirve para identificar a aquellos estudiantes con problemas de alcoholismo que influyen dentro o fuera de la institución, el color rojo si presenta conductas agresivas, el color azul para identificar a los estudiantes con problemas depresivos escolar o social, el color negro si presenta algún descontrol emocional fuerte y que pudiera llevar al suicidio y el color azul se considera que presenta una conducta normal (ver figura 5).



Figura 5. Pantalla de Monitoreo emocional y de conducta de los estudiantes del Tecnológico Nacional de México, Campus Centla.

Mencionar que en ningún momento se viola la privacidad del estudiante, ya que los comentarios se extraen de la cuenta de twitter del Instituto Tecnológico Superior de Centla, esta cuenta: <https://twitter.com/ITSCentla?s=09>

La aplicación extrae las últimas 25 publicaciones de cada seguidor (tutorado). Y con eso se realiza la evaluación de cada uno. Este proceso es automático ya que gracias a la API de Twitter se recolecta cada hora los datos nuevos, si quisiéramos analizar o ver palabras claves de alguien nuevo (por ejemplo, usted) tendría que seguir a la página del ITSCe y cuando el sistema se actualice, es decir, cada hora recopilará sus publicaciones del nuevo usuario.

En la aplicación web se monitorea a cada estudiante, que tenga a cargo en ese momento el tutor; mostrando como podría sentirse en ese momento el tutorado de acuerdo a la recolección de datos obtenidos por el API de twitter, y así misma muestra a estadística de las emociones de los tutorados de manera grupal (ver figura 6).



Figura 6. Monitoreo de estudiantes a través de la aplicación.

5 Conclusiones y trabajos futuros de investigación

El desarrollo de esta aplicación web en su primera parte, tendrá un beneficio directo y este se verá reflejado en los estudiantes, ayudando a que los tutorados se sientan valorados y con atención por parte de sus tutores, hacerle sentir que no están solos y cuentan con ayuda, impactara en su nivel académico, detentando así los problemas emocionales que perjudiquen en su rendimiento académico, de igual manera sus actitudes dentro y fuera de su institución académica.

Señalar que con este proyecto el Instituto Tecnológico Superior de Centla (ITSCe) sería una de las pocas instituciones que estarían aportando a la disminución de índice de suicidios, toda vez que pocas instituciones realizan este tipo de actividades dirigidas a los jóvenes estudiantes, el beneficio se verá reflejado de muchas maneras ya que siendo una institución de educación superior las posibilidades de abarcar a jóvenes serían mayores, también sería punta de lanza para que las demás instituciones tomen la iniciativa.

En la segunda etapa del proyecto, se utilizarán los datos recolectados en los estudiantes para implementar acciones tutoriales que coadyuven al fortalecimiento personal y profesional del tutorado, a través de una investigación mixta (cuantitativa y cualitativa) utilizando la aplicación web de monitoreo de emociones para la recolección y análisis de los datos para generar estadísticas aplicadas a la investigación mixta.

Referencias

- [1] Vergara, A., Díaz Cárdenas, S., & González Martínez, F. (febrero de 2014). Síntomas de depresión y ansiedad en jóvenes universitarios: prevalencia y factores relacionados. Obtenido y recuperado el 15 de marzo de 2023 de scielo: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1699-695X2014000100003
- [2] Advíncula Coila, C. P. (17 de septiembre de 2018). Regulación emocional y bienestar psicológico en estudiantes universitarios. Obtenido de PUCP: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12666>
- [3] Dueñas, A. (27 de Mayo de 2020). Educación emocional y tecnología en tiempos de coronavirus. Obtenido de educaweb: educaweb.com/noticia/2020/05/27/educacion-emocional-tecnologia-tiempos-coronavirus-19206/
- [4] Rosselló Villán, V. (15 de marzo de 2019). Las metodologías ágiles más utilizadas y sus ventajas dentro de la empresa. Obtenido de iebsschool: <https://www.iebsschool.com/blog/que-son-metodologias-agiles-agile-scrum/>
- [5] Krall, C. (2018). ¿Qué es y para qué sirve UML? Versiones de UML (Lenguaje Unificado de Modelado). Tipos de diagramas UML. Obtenido de aprenderaprogramar: https://www.aprenderaprogramar.com/index.php?option=com_content&view=article&id.
- [6] Centro de Ayuda de Twitter. (2020). Información sobre las API de Twitter. Obtenido de help.twitter: <https://help.twitter.com/es/rules-and-policies/twitter-api>
- [7] Molina Ríos, J. R., Zea Ordóñez, M. P., Contento Segarra, M. J., & García Zerda, F. G. (2017). ESTADO DEL ARTE: METODOLOGÍAS DE DESARROLLO EN APLICACIONES WEB. Obtenido de 3ciencias: <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2017/09/ART-5.pdf>

Recursos Educativos Abiertos y Apps para apoyar el pensamiento computacional en estudiantes de bachillerato

Open Educational Resources and Apps to support computational thinking in high school students

Carmen Cerón Garnica¹, Etelvina Archundia Sierra¹, Avendaño, ¹Yolanda Moyao, ¹Beatriz Beltrán y Víctor Manuel Mila²

¹ Facultad de Ciencias de la Computación, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Avenida San Claudio y Boulevard. 14 sur Colonia San Manuel, Ciudad Universitario Puebla, Pue, 72592 México.
{carmen.ceron, etelvina.archundia, beatriz.beltran, yolanda.moyoa}@correo.buap.mx

² Preparatoria Lic. Benito Juárez García, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Blvd. 14 sur y Circuito Juan Pablo, Colonia San Manuel, Ciudad Universitaria Puebla, Pue, 72592 México
victor.mila@correo.buap.mx

Fecha de recepción: 16 de noviembre de 2023

Fecha de aceptación: 25 de abril de 2024

Resumen. En el sistema educativo de media superior, la disponibilidad y acceso a recursos educativos de calidad desempeñan un papel fundamental en el proceso de aprendizaje. El objetivo de la investigación es analizar el uso y diseño de los Recursos Educativos Abiertos (REA) en el aula para apoyar el desarrollo del pensamiento computacional en la materia de Innovación de Aplicaciones Móviles en los estudiantes. La metodología utilizada fue cuantitativa con un diseño pre-experimental con una muestra de 80 alumnos, utilizando un grupo experimental a quienes se les aplicó una intervención educativa con los REA para apoyar un aprendizaje profundo. Los resultados obtenidos en el grupo experimental fue 9.2 el promedio y el desarrollo de la competencia fue satisfactorio. Además consideran a los REA son útiles para apoyar el pensamiento computacional para la resolución de problemas. Mientras que el grupo de control, que su enseñanza fue tradicional, obtuvo un promedio 8.1.

Palabras clave: Acceso, programación, Colaboración, Tecnología.

Abstract. In the educational system of high school, the availability and access to quality educational resources perform a fundamental role in the learning process. The objective of the research is to analyze the use and design of Open Educational Resources (OER) in the classroom to support the development of computational thinking in the subject of Innovation of Mobile Apps in the students. The utilized methodology was quantitative with a pre-experimental design with a sample of 80 students, using a control and experimental group to whom was applied an educational intervention with the OER to support a deep learning. The obtained results in the experimental was a mean of 9.2 and the development of the competence was satisfactory. Furthermore, they regards OER as useful to support the computational thinking for the resolution of problems. Meanwhile, the control group, whose teaching was traditional, obtained a mean of 8.1.

Key words: Access, programming, Collaboration, Technology

1 Introducción

Desde el 2002, el concepto de Recursos Educativos Abiertos (REA) está presente en la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) siendo el principal promotor del uso de los REA dentro de la educación ya que estos promueven la calidad y accesibilidad de la enseñanza y aprendizaje. Así también en el 2015 se consideran como una estrategia dentro del marco de acción para el “Objetivo del Desarrollo Sostenible (ODS 4) centrado en la educación” con el fin de “garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje a lo largo de la vida para todos” [1]. En dos congresos mundiales sobre REA celebrados en París, 2012, y Liubiana, 2017, se conciben a los “recursos educativos abiertos como recursos de enseñanza, aprendizaje e investigación que residen en el dominio público o que han sido liberados bajo una licencia de propiedad intelectual que permite su uso y reutilización por parte de terceros” [2]. Los recursos educativos abiertos son desde cursos completos, materiales didácticos, módulos, libros de texto, transmisión de videos, pruebas, software y cualquier otra herramienta, material o técnica utilizada para apoyar el acceso al conocimiento [3]. Finalmente en el 2019 se lograron establecer políticas y directrices para la elaboración de recursos educativos abiertos coordinadas por la UNESCO y la Commonwealth of Learning para apoyar la elaboración de políticas nacionales e institucionales en materia de REA [4].

Actualmente, Los REA son recursos de enseñanza, aprendizaje e investigación disponibles bajo licencias abiertas que permiten su acceso, uso, distribución de manera gratuita. Además, se pueden adaptar y modificar según las necesidades del estudiante o el docente, lo que facilita la personalización del aprendizaje y permite la colaboración y generación de conocimientos.

Por otra parte, desde 2016 en diseño curricular del nivel de preparatoria (baccalaureate) países como El Reino Unido, Alemania, Finlandia, Nueva Zelanda, Polonia, Singapur, Corea del Sur, Estonia, Francia, entre otros, tienen desde hace algún tiempo la programación dentro del currículum escolar nacional y se incorporó el programa “Ciencias de la Computación para todos” y la habilidad “Pensamiento Computacional” para lograr acelerar un aprendizaje profundo y resolver problemas” [5]. El aprendizaje profundo se produce de manera activa en el proceso de aprendizaje, es decir, que los estudiantes tienen experiencias significativas y construyen conocimientos y desarrollan habilidades que posibiliten la resolución de problemas [6].

Con base a lo anterior, esta investigación tiene como objetivo analizar el uso y diseño de los Recursos Educativos Abiertos (REA) en el aula para apoyar el desarrollo del pensamiento computacional y de la competencia disciplinar “desarrolla innovaciones y proponer soluciones a problemas a partir de métodos establecidos” en la materia de Innovación de Aplicaciones Móviles, en los estudiantes del 5 semestre de la preparatoria Lic. Benito Juárez García. El documento está estructurado de la siguiente manera: En la sección 2, se presenta estado del arte. En la sección 3, se define la metodología y diseño de la intervención. En la sección 4, se muestran los resultados de la investigación y finalmente en la sección 5, se presentan las conclusiones y perspectiva de esta investigación.

2 Estado del arte

Para International Society for Technology in Education [7] considera que el pensamiento computacional es un “proceso de solución de problemas” que incluye las siguientes características: a) formular problemas de una manera que permita usar las computadoras y otras herramientas tecnológicas para desarrollar una solución a un problemática, b) organizar y analizar datos de forma lógica y coherente, c) la representación de los datos de manera abstracta a través de modelos y simulaciones, d) automatizar soluciones mediante pensamiento algorítmico (un conjunto de pasos ordenados), e) identificar, analizar e implementar posibles soluciones para encontrar la combinación de pasos y recursos de manera más eficiente y f) generalizar y transferir ese proceso de solución de problemas a otros problemas.

Selby [8] (2015) identificó que el pensamiento computacional incluye las siguientes habilidades: a) Generalización: la habilidad para expresar la solución de un problema en términos genéricos, la cual pueda ser aplicada a diferentes problemas que comparten algunas de las mismas características como el problema original, b) Descomposición: fraccionar a piezas más pequeñas, fáciles de resolver, partes de un problema diseño algorítmico, c) Abstracción: habilidad para decidir qué detalles de un problema son importantes y qué detalles se pueden omitir d) Diseño Algorítmico: habilidad para crear un conjunto de instrucciones que indiquen paso a paso la solución de un problema e) Evaluación: habilidad para reconocer y determinar los alcances de realizar procesos, en términos de eficiencia y uso de recursos.

En la investigación [9] se afirma que el pensamiento computacional con la ayuda de las herramientas informáticas se genera mayor imaginación y creatividad para la solución de problemas. Generalmente incluye Mientras que en la investigación [10] en un estudio realizado identificaron que el pensamiento computacional aporta el desarrollo de una serie de destrezas como son: confianza al trabajar con la complejidad, persistencia al trabajar con problemas difíciles, tolerancia a la ambigüedad, capacidad para lidiar con problemas abiertos y cerrados, capacidad para comunicarse y trabajar con otros para lograr una meta en común, siendo muy apropiado para áreas de matemáticas, física y computación.

Así también, la estrategia de Aprendizaje Basado en Retos (ABR), cuyo fundamento está en la propuesta de Hahn y David Kolb en el Aprendizaje Vivencial que afirma que los estudiantes aprenden mejor cuando participan de forma activa en experiencias de aprendizaje y aplicar lo que aprenden en situaciones reales donde se enfrentan a problemas, descubren por ellos mismos, prueban soluciones e interactúan con otros estudiantes dentro de un determinado contexto [11]. Además, se considera que es un enfoque holístico integrador del aprendizaje, que combina la experiencia, la cognición y el comportamiento. Esta estrategia, se ha usado en los últimos años en la ciencia y la ingeniería [12], apoyando las competencias como el trabajo colaborativo, apoya la toma de decisiones para resolver problemas, la comunicación, valores y el liderazgo de equipo (Malmqviste *et al*, 2015) [13]. Para lo cual, se considera una estrategia que apoya al desarrollo del pensamiento computacional. Las etapas del ABR son: 1) Reto, debe definir la Problemática, 2) Generar ideas: Primeras reflexiones sobre el reto., 3) Múltiples perspectivas de las diferentes acercamientos sobre el reto y posibles formas de abordarlo. Investigar y revisar: Participación en actividades de investigación y revisión de datos e información, 4) Probar la destreza, es decir, el

estudiante realiza la autoevaluación de la solución y 5) Publicar la solución, se realiza la entrega de los productos y resultados logrados.

3 Metodología

La metodología de investigación utilizada fue cuantitativa, diseño pre-experimental y utilizando el diseño de grupo no equivalentes sin pretest teniendo una sola prueba utilizando un grupo experimental y control.

Por lo cual, la intervención educativa se realizó en la materia de Innovación de Aplicaciones Móviles cuyo objetivo es que el estudiante diseñe y desarrolle soluciones a problemas reales y desarrollar la competencia “desarrolla innovaciones y proponer soluciones a problemas a partir de métodos establecidos”.

La intervención educativa se aplicó al grupo experimental donde las secuencias didácticas se diseñaron con recursos educativos abiertos para que usaran y rediseñaran los REA enfocados al desarrollo de Apps. Para la creación de los REA se utilizó una metodología de seis pasos: 1) Planear y Analizar el REA, donde se define el problema que se quiere resolver, 2) Crear en la herramienta digital el REA, se define la estructura y el diseño de la interfaz, 3) Hacer y Desarrollar el REA, se utiliza el App inventor, componentes (contenido y actividades), 4) Probar y mejorar accesibilidad para cumplir con el objetivo, 5) Licenciar, 6) Evaluar el REA y 7) Publicar y difundir.

Para el trabajo en equipo se aplicó la estrategia de ABR para lograr diseñar la solución a una problemática mediante el diseño de una App como REA. Ver Figura 1.

La Programación en App Inventor apoya el pensamiento computacional, al descomponer el problema, definir la abstracción de las actividades esenciales de la App y lograr la solución al producir la app, lo que contribuye a un aprendizaje más motivador, constructivo, significativo, tecnológico y profundo, al generar experiencia de aprendizaje al estudiante que pueda reflexionar y desarrollar su competencia disciplinar.

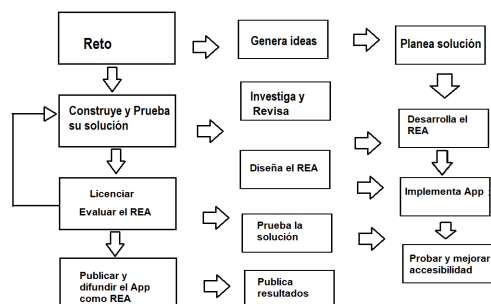


Figura 1. Actividades desarrolladas por el equipo.

Así también se elaboraron las secuencias didácticas y la prueba del Postest correspondientes a las 5 habilidades del pensamiento computacional: del grupo experimental (ver Tabla 1).

Tabla 1. Secuencias didácticas para el pensamiento computacional

Habilidad	Secuencias didácticas				Ítems	%	Unidad
	1	2	3	4	Postest		
Generalización	x				2	10%	1
Descomposición		x			4	20%	1
Abstracción			x		4	20%	1
Diseño Algoritmo				x	3	30%	2
Evaluación				x	2	20%	2

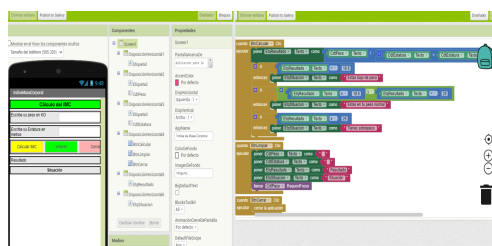


Figura 2. Desarrollo de una App de IMC en App Inventor.

4 Resultados

Los resultados obtenidos después de la intervención educativa y aplicar el Posttest se muestra en la Tabla 2, con respecto al grupo experimental y de control donde el número de estudiantes fue 80 donde se identificaron el número de mujeres y hombres respectivamente.

Tabla 2. Análisis del Grupo Experimental y de Control en el Post-test.

Grupo	Hombres	Mujeres	Media	Desviación Estándar
Grupo Experimental	18	22	9.2	0.2
Grupo de Control	23	17	8.1	0.9

Como se observa, la media del grupo experimental es de 9.2 y del grupo de control es 8.1 lo cual representa una diferencia de 1.1 puntos. El grupo de control tiene una desviación de 0.9 demuestra que el grupo tiene calificaciones tanto bajas como altas, en cambio el grupo experimental tiene una desviación estándar de 0.4 lo que muestra que los alumnos presentan calificaciones más parecidas. Siendo mayor el promedio del grupo experimental quien realizó el uso y diseño de recursos educativos abiertos como las Apps usando la herramienta digital app inventor.

Con respecto a las habilidades del pensamiento computacional al aplicar la prueba se observa en la Figura 3, los ítems acertados por los estudiantes que en su mayoría fueron correctos.

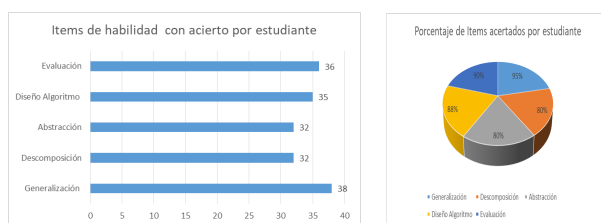


Figura 3. Resultados de la prueba del desarrollo del pensamiento computacional.

Al aplicar un cuestionario de usabilidad de los REA, los estudiantes consideran de manera positiva el uso de Recursos Educativos Abiertos en un 94% ya que les ayuda a aprender de manera activa y autónoma para desarrollar Apps. Con respecto a la evaluación de la competencia: “Desarrolla innovaciones y proponer soluciones a problemas a partir de métodos establecidos”. Se establece el grupo experimental en el nivel satisfactorio como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Análisis del Grupo Experimental y de Control en el Post-test

Nivel de Competencia	Mujeres	Hombres
Desarrollo	2	3
Satisfactorio	12	10
Sobresaliente	8	5

Con respecto al nivel de dominio adquirido de la competencia se observa que un 36% en nivel sobresaliente, un 55% en nivel satisfactorio y un 9% en desarrollo como se muestra en la Figura 4.

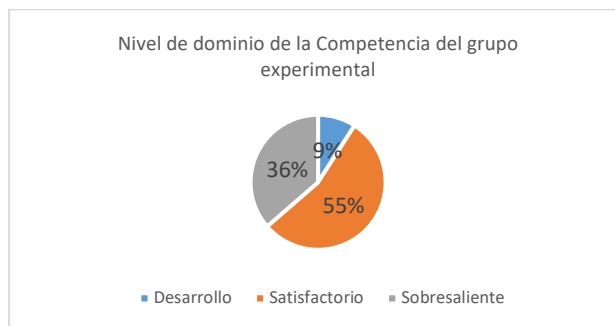


Figura 4. Nivel adquirido de la competencia de estudiantes grupo experimental.

5 Conclusiones y Trabajos Futuros

En el presente trabajo, se logró integrar el uso y diseño de recursos educativos abiertos en las secuencias didácticas para apoyar el desarrollo de la competencia disciplinar: “desarrolla innovaciones y proponer soluciones a problemas a partir de métodos establecidos” los estudiantes adquirieron la competencia en un nivel satisfactorio.

El diseño de recursos educativos abiertos como las aplicaciones móviles en el software libre APP Inventor permite que el estudiante desarrolle el pensamiento computacional mediante la programación en bloques en la cual pueda identificar, analizar e implementar posibles soluciones manera más eficiente y compartir experiencias reales para un aprendizaje profundo.

La estrategia del aprendizaje basado en retos, promueve en los estudiantes un aprendizaje vivencial, contextual, colaborativo, experimental, participativo y colaborativo apoyando a que el estudiante desarrolle las competencias disciplinares. Con la intervención educativa respecto al grupo experimental los resultados demuestran que apoya el desarrollo de las competencias de forma significativa al influir en +1.1 en los promedio de los alumnos con respecto al grupo de control aumento, donde el nivel de dominio de la competencia permanece en el nivel satisfactorio mientras que el de control en desarrollo. La planeación de las secuencias didácticas con los materiales y recursos educativos de calidad movilicen saberes y permitan construir aprendizaje que puedan ayudar al desarrollo de las competencias y mejorar el rendimiento académico. Con respecto, al trabajo a futuro es necesario generar otras experiencias que les ayude al estudiante a trabajar las habilidades del pensamiento computacional para lograr un aprendizaje profundo para la resolución de problemas y de la programación.

Agradecimientos.

A la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por el apoyo y financiamiento de esta investigación y a los estudiantes del Bachillerato BUAP por su participación entusiasta y de los docentes.

Referencias

- [1] UNESCO Reporte Final. Fórum Mundial de Educación. ED-2015/ws/34, 2015.
- [2] UNESCO. Second World OER Congress: Ljubljana OER action plan, (2017).
- [3] Hewlett Foundation. *Open educational resources. Breaking the Lockbox on Education*, 2013.
- [4]. Unesco Recommendation on open educational resources (OER), 2019.
- [5] Sullivan, A. and Umashi Bers, M.: Girls, boys, and bots: Gender differences in young children’s performance on robotics and programming tasks. *Journal of Information Technology Education, Innovations in Practice*, 15, pp. 145-165, 2016.
- [6] DeLotell, P., Millam, L. y Reinhardt, M. M.: The Use Of Deep learning strategies in online business courses to impact student retention. *American Journal of Business Education* 3, 12, pp. 49-56, 2010.
- [7] International Society for Technology in Education (ISTE). ISTE National Educational Technology Standards (NETS) and Performance Indicators for Teachers. 2000.
- [8] Selby, C. C.: Relationships: computational thinking, pedagogy of programming, and Bloom’s Taxonomy. *WiPSCE '15 Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education*, pp. 80-87, 2015.
- [9] Batallanos, C. A. y Pocohuanca, O. Q: Modelo de sistema de recomendación de objetos para incentivar el desarrollo del pensamiento computacional. *Revista Referencia*. 5, 1, 96 – 108, 2017.
- [10] Bordignon, F. y Iglesias, A.: *Introducción al Pensamiento Computacional*. UNIPE, 2020.
- [11] Moore, D.: For interns, experience isn’t always the best teacher. *The Chronicle of Higher Education*. 2013.
- [12] Santos, A. R., Sales, A., Fernandes, P., y Nichols, M: Combining Challenge-Based Learning and Scrum Framework for Mobile Application Development. In *Proceedings of the 2015 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, pp. 189-194, 2015.
- [13] Malmqvist, J., Rådberg, K. K., y Lundqvist, U.: Comparative Analysis of Challenge-Based Learning Experiences. *Proceedings of the 11th International CDIO Conference*, Chengdu University of Information Technology, Chengdu, Sichuan, P.R. China, 2015.

Herramientas de la inteligencia artificial en la práctica docente en educación media superior

Tools of artificial intelligence in teaching practice in higher secondary education

Carmen Cerón Garnica¹, Jorge Fernández Pérez², Etelvina Archundia Sierra¹ y Alejandra Flores Santos¹

¹ Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Computación, Av. San Claudio, Blvd 14 Sur, Cd. Universitaria, 72592 Puebla, Pue.

carmen.ceron@correo.buap.mx, alejandra.floressanto@alumno.buap.mx, etelvina.archundia@correo.buap.mx

¹ Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Instituto de Ciencias, Avenida San Claudio, Blvd 14 Sur, Cd. Universitaria, 72592 Puebla, Pue.
jorge.fernandez@correo.buap.mx

Fecha de recepción: 17 de noviembre de 2023

Fecha de aceptación: 26 de abril de 2024

Resumen. El objetivo de esta investigación es analizar las percepciones del profesorado sobre los usos, potencialidades y dificultades derivadas del uso de herramientas de la Inteligencia Artificial (IA) para su práctica docente en general. El enfoque fue cuantitativo, no experimental y un diseño exploratorio para conocer los resultados del curso donde participaron 30 docentes y se aplicó un cuestionario de sobre el uso y utilidad de la IA en la formación de docentes conformado de 25 preguntas con un coeficiente de 96% en confiabilidad. Los resultados obtenidos sobre el uso de las herramientas de IA en la práctica docente fueron positivas en un 62% siendo útiles para la satisfacción y logro para aplicar en el proceso de enseñanza-aprendizaje y generar actividades. Sin embargo el 30% de docentes consideran que estas herramientas no son suficientes para mejorar el proceso de enseñanza, requieren más conocimiento y formación en el manejo de las herramientas IA.

Palabras Clave: Educación Media Superior, Aprendizaje, Docencia.

Abstract. The objective of this research is to analyze the perceptions of the faculty over the use, potential and difficulties derived from the use of Artificial Intelligence tools for their teaching practice in general. The approach was quantitative, non-experimental and with an exploratory design to know the results of the course where 30 teachers participated and a questionnaire was applied about the use and utility of AI in teaching training made up with 25 questions with a coefficient of 96% in reliability. The obtained results over the use of the AI tools in teaching practice were positive in a 62% being useful for the satisfaction and achievement to apply in the teaching-learning process and to generate activities. However, 30% of teachers consider that these tools are not sufficient to improve the process of teaching, require more knowledge and formation in the management of AI tools.

Key Words: Upper secondary education, Learning, Teaching

1 Introducción

En la era actual, la Inteligencia Artificial (IA) ha emergido como una herramienta transformadora en diversos campos, y la educación no es una excepción. Los nuevos retos que existen en cuanto a la formación demandan un cambio drástico en la preparación de los estudiantes. “Aunque la educación de calidad siempre requerirá un compromiso activo por parte de los docentes, los formatos basados en Inteligencia Artificial prometen una muy sustancial mejora en la educación para todos los diversos niveles, con una mejora cualitativa sin precedentes: proporcionar al aprendiz una certera personalización a medida de sus requerimientos” [1]. La inteligencia artificial se refiere a la simulación de procesos, “son sistemas o máquinas que imitan la inteligencia humana para realizar tareas y van a ir mejorando a partir de la información que recopilan” [2]. Por lo tanto, se puede definir como la capacidad que tiene un sistema computacional para simular el comportamiento del cerebro humano, capaz de recibir datos externos en calidad de información, aprender mediante el entrenamiento y, con base a este aprendizaje, lograr los objetivos para el que fue entrenado [3]. Los aportes que ha traído la IA a la educación son numerosos, pero eso no ha evitado ser el blanco de múltiples críticas, siempre con la pregunta de ¿la inteligencia artificial debería ser una tecnología de remplazo o de asistencia humana? Sin embargo, hay que señalar a la IA como un aliado y clave en el proceso de enseñanza y aprendizaje en la educación, siendo una herramienta para el logro de competencias en los estudiantes, sin la IA no hubiera sido posible poner en práctica la enseñanza virtual o presencial, por lo que es evidente la necesidad de implementar la innovación tecnológica como aliado estratégico en la educación [3].

Con base a lo anterior, esta investigación tiene como objetivo analizar las percepciones del profesorado sobre los usos, potencialidades y dificultades derivadas del uso de herramientas de la Inteligencia Artificial en la práctica docente en educación media superior en un curso de actualización docente realizado en verano 2023. El documento está estructurado de la siguiente manera: En la sección 2, se presenta estado del arte. En la sección 3, se define la metodología del estudio. En la sección 4, se muestran los resultados de la investigación y finalmente en la sección 5, se presentan las conclusiones y perspectiva de esta investigación.

2 Estado del arte

Algunos investigadores destacan el beneficio que resulta la IA en el ámbito educativo, con constancia han aparecido múltiples prototipos y herramientas funcionales que apoyan en el tema de la educación. A partir del año 2000 hasta la actualidad se puede observar con más frecuencia el aporte que realiza la IA, con la implementación de sofisticados sistemas de tutoría inteligente, el diseño de videojuegos educativos y la incursión de sistemas de gestión de aprendizaje, por otro lado, los docentes, aquellos actores principales de los procesos de enseñanza y aprendizaje, son apoyados por la IA a través de un mecanismo para su formación, de manera que se familiaricen en el manejo de estas herramientas, ya que se pretende integrar la IA a la educación de una manera progresiva y además podrán dar un seguimiento académico en cursos que están bajo su metodología [3,4]. La inteligencia artificial (IA) está impactando en varios procesos educativos con una variedad de aplicaciones y herramientas, como la evaluación del rendimiento, el apoyo a la enseñanza y el aprendizaje personalizado. Lo cual actualmente nos coloca en un contexto muy diferente para la educación del siglo XXI, ya que la IA busca desarrollar programas que permitan entornos de aprendizaje adaptativos y personalizados, tener el acceso a una gran cantidad de datos e información sobre los estudiantes facilitando el uso de una nueva herramienta llamada Big Data. Big Data es un conjunto de datos o combinaciones de conjuntos de datos cuyo tamaño (volumen), complejidad (variabilidad) y velocidad de crecimiento (velocidad) dificultan su captura [7]. Con su aparición los científicos lograron establecer una unidad de medida en al cual podían almacenar una cantidad de datos específicos, para ello se diseñaron herramientas para interpretar esos datos, si bien la inteligencia artificial se trata de una simulación o intenta ser la copia del cerebro humano, se necesita algo llamado Machine Learning. Machine Learning es la sub-área de las ciencias de la computación y una rama de la inteligencia artificial, cuyo objetivo es desarrollar técnicas que permitan que las computadoras aprendan. [5, 6, 7].

En realidad, las especificaciones técnicas no son lo más importante, lo relevante es ver como la IA transformará la educación desde sus bases y procesos para el futuro, existen numerosas aplicaciones de la IA en la educación como los agentes de software, la creación de plataforma online para el autoaprendizaje e incluso la robótica educativa [5,6]. En estudios realizados en [8], la IA debe aumentar la experiencia de los docentes, tal vez por medio de un asistente de enseñanza ya que existen algunas aplicaciones de IA diseñadas para capacitar a los docentes y a las escuelas para facilitar la transformación del aprendizaje. Se han llevado a cabo algunas investigaciones al respecto, pero es necesario superar muchas cuestiones técnicas y éticas antes de que puedan emplearse en entornos reales de manera generalizada. Por otra parte, en [9] para que pueda tener éxito la IA en educación debe aportar a mejorar el proceso de aprendizaje y la enseñanza y debe apoyar a los docentes. Las claves para que los docentes puedan enfocar su práctica docente en los estudiantes está basada en la interacción y adaptabilidad hacia IA:

1. La interacción en la que los profesores toman decisiones momento a momento mientras realizan el trabajo inmediato de enseñar.
2. La interacción en el que los docentes se preparan, planifican y reflexionan sobre la enseñanza, que incluye el desarrollo profesional.
3. La interacción el que los docentes participan en las decisiones sobre el diseño de tecnologías basadas en IA, participan en la selección de las tecnologías y dan forma a la evaluación de las tecnologías, estableciendo así un contexto no solo para su propia clase sino también para las de sus compañeros docentes y academias.

En la práctica docente la IA, conlleva a mantener una visión humanista de enseñanza, no se trata sólo de facilitar el trabajo de los docentes, sino también de hacerlo posible para la mayoría de los profesores que quieren. Esto incluye, por ejemplo, comprender sus estudiantes más profundamente y tener más tiempo para responder de manera creativa a los momentos de enseñanza.

3 Metodología

El proceso de llevar a cabo esta investigación fue cuantitativa y un diseño exploratorio, previo al trabajo de investigación se empleó un método de revisión bibliográfica para reconocer y condensar el conocimiento en relación con el tema de inteligencia artificial en el ámbito educativo, como segunda actividad se realizó un curso con treinta docentes de educación media superior en el que participaron realizando una exploración del uso de herramientas que implementan la inteligencia artificial, aplicando ejemplos y pruebas de cada una. Por último, se aplicó un cuestionario a los docentes ya elaborado en [9] con coeficiente interno del 96% el cual se adoptó solo al nivel media superior que buscó especificar su funcionalidad y beneficios hacia la práctica docente de las herramientas de IA.

3.1 Análisis de herramientas con Inteligencia Artificial

Los docentes buscan que los estudiantes puedan tener motivación, así como una mayor participación en las actividades en el aula, convirtiéndose en agentes activos y responsables. Siempre se buscan materiales de apoyo, los cuales implican mayor dedicación y tiempo en la preparación de la clase, por lo que mejorar la educación mediante la inclusión de la inteligencia artificial busca apoyar a los estudiantes al diseñar actividades y materiales de aprendizaje personalizados, proporcionar retroalimentación inmediata, adaptarse al ritmo de aprendizaje individual, ofrecer acceso a recursos adicionales y permitir el monitoreo del progreso y ajustes de enseñanza [9]. Las siguientes herramientas de IA fueron las que se exploraron en el curso. (Ver tabla 1, 2, 3, 4 y 5). Todas son orientadas a las actividades de enseñanza.

Tabla 1. Área de creación de apoyos visuales.

Herramienta IA en Educación	Descripción
Gamma	Software que permite la creación y desarrollo de presentaciones, documentos o páginas web de trabajo. Se encuentra disponible en diversas plataformas.
SlidesAI.io	Herramienta que transforma cualquier texto en diapositivas visualmente atractivas, permite optimizar las presentaciones realizadas en Google Slides y Power Point.
Tome	Aplicación de gestión de tareas que ayuda a los usuarios a organizar y detallar actividades, permitiendo crear múltiple variedad de proyectos como lo son presentaciones, documentos, páginas e imágenes, entre otras opciones disponibles. Se encuentra disponible y con opción de pago si se desean más opciones de diseño.

Tabla 2. Área de creación de planeación de clases.

Herramienta IA en Educación	Descripción
Education Copilot	Permite optimizar la planificación de clases y la creación de materiales. Puede generar planes de lecciones, presentaciones de PowerPoint y hojas educativas, es compatible tanto en inglés como en español.
NOLEJ	Sitio orientado a la educación y enseñanza, que permite a los profesores crear material didáctico, acceder a cursos interactivos, creación de videos, uso de plantillas para cuestionarios y actividades, entre otros. Permite que los estudiantes puedan aprender a propio ritmo, medir su progreso y mejorar su comprensión.
Auto-Classmate	Permite planificar tareas y proyectos de manera más eficiente y efectiva. Es una herramienta de inteligencia artificial que ofrece funciones gratuitas para ayudar a los profesores a crear actividades interactivas, variadas y adaptadas a las necesidades de sus alumnos. Algunos módulos son gratuitos y la plataforma se encuentra únicamente en el idioma inglés.

Tabla 3. Área de creación de imágenes.

Herramienta IA en Educación	Descripción
AutoDraw	Herramienta la cual permite pintar o transformar dibujos de alta calidad. La plataforma ofrece facilidad debido a que trabaja con base a dibujos vectoriales, se puede modificar los diseños y personalizarlos al proyecto que se está desarrollando.
Scribble Difusion	Permite crear imágenes de alta calidad partiendo desde garabatos. Se tendrá que complementar con texto para que la IA pueda obtener una idea de lo que se desea. Se puede plasmar las ideas en presentaciones, logos y etiquetas que se deseen diseñar.

Tabla 4. Área de creación de videos.

Herramienta IA en Educación	Descripción
Wisecut	Plataforma de edición de video que permite automatizar y simplificar la edición de video. Convierte largos videos o conferencias en presentaciones cortas, nítidas y alta calidad. Tiene una función de transcripción automática y posee una función de eliminación de relleno.
Synthesisia	Este software permite crear contenidos de vídeo de alta calidad con facilidad. Synthesia combina la animación 3D con el reconocimiento facial y el procesamiento del lenguaje natural (NLP) basados en IA, creando personas "sintéticas" realistas que actúan igual que personas reales. Esta puede utilizarse para crear presentaciones de vídeo muy realistas desde cero, así como para adaptar secuencias y audio existentes.

Tabla 5. Área de redacción.

Herramienta IA en Educación	Descripción
Verse by verse	Es una herramienta de inteligencia artificial de Google que ayuda a escribir versos como algunos de los mejores poetas, de lengua inglesa. Se pueden generar, o crear, cuartetos, versos libres y también definir con precisión el número de sílabas de cada verso, así como el ritmo y la longitud de las estrofas.
Quillbot	Es una herramienta de paráfrasis con la que se puede corregir, traducir, editar, cambiar cualquier tipo de texto. El objetivo principal es ayudar a escribir de manera fluida y efectiva gracias a todas sus funciones disponibles y se encuentra disponible en español.
DeepL Translate	Herramienta de traducción en línea la cual permite traducir textos o documentos de Word y PowerPoint con una precisión superior al resto de traductores. La herramienta es capaz de traducir texto en más de 30 idiomas, y puede aceptar documentos completos o páginas web.

4 Resultados

Se aplicó el cuestionario a treinta docentes de media superior que participaron en el curso sobre herramientas de Inteligencia Artificial aplicadas a la educación cabe resaltar que en este cuestionario no se pidieron datos sensibles para así proteger la privacidad de los docentes. El instrumento constó de 25 preguntas en escala de Likert basado en [8] solo se ajustó al nivel media superior y se buscó investigar la percepción de la experiencia sobre el uso de estas herramientas, beneficios o dificultades en la práctica docente. La encuesta fue contestada por 30 docentes y a continuación analizaremos las preguntas más significativas:

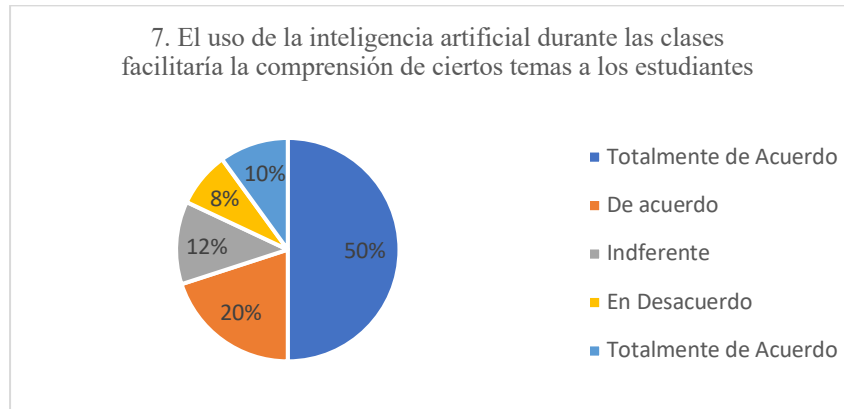


Figura 1. La Inteligencia artificial facilitaría la comprensión contenidos.

En la pregunta 7, el 50% de los docentes están totalmente de acuerdo y un 20 % están de acuerdo que la IA les ayudará a que los estudiantes aprender los contenidos, lo cual deben realizar estrategias de cómo aplicar la IA en su práctica docente. Ver Figura 1.

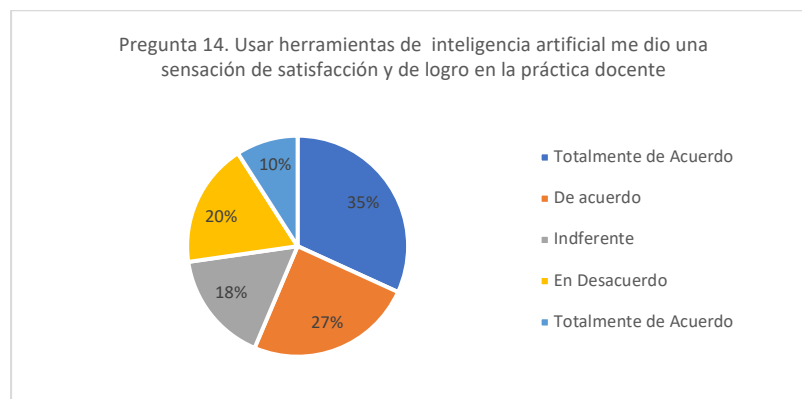


Figura 2. Respuestas de la pregunta número catorce.

En la pregunta 14, el 35% de los docentes están totalmente de acuerdo y un 27 % están de acuerdo que el uso de herramientas IA les ayudará en su práctica docente y podrán aplicar en las materias que imparten para sus actividades y proyectos. Por lo cual, el 62% consideran que las herramientas de la IA pueden apoyar su práctica docente. El 30% consideran que este tipo de herramientas ya que una de las preocupaciones de los docentes es que los estudiantes no puedan desarrollar habilidades sociales, pensamiento crítico y de creatividad que conlleven a que la IA sustituya la actividad del alumno en la resolución de problemas. Ver Figura 2.

En la pregunta 23, el 25% de los docentes están totalmente de acuerdo y un 35% están de acuerdo que el uso de herramientas IA pueden ser útiles para potenciar el aprendizaje de los estudiantes y lograr la construcción de saberes logrando mejorar su desempeño académico, ya que podrá aprender a sus necesidades y ritmo mejorando su motivación y aprender mejorar soluciones. Ver Figura 3.

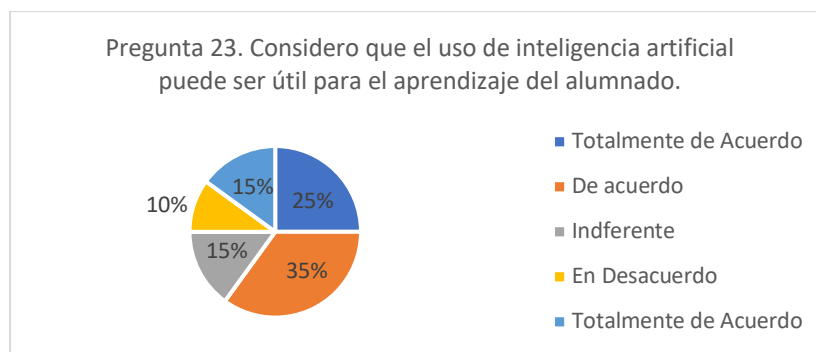


Figura 3. Respuestas de la pregunta número veintitrés.

5 Conclusiones y Trabajos Futuros

En el presente trabajo, se logró realizar una investigación sobre analizar las percepciones del profesorado sobre los usos, potencialidades y dificultades derivadas del uso de herramientas de la Inteligencia Artificial para su práctica docente en un curso, el escenario de la utilidad de la IA en la formación de docentes fueron positivas ya que el 62% de los docentes han creído las herramientas se pueden aplicar al proceso de enseñanza-aprendizaje para apoyar sus actividades docentes. Existen un 30% de docentes consideran que estas herramientas no son suficientes para mejorar el proceso de enseñanza, que requieren manejar la tecnología, recursos y ser formados para el manejo de las herramientas IA en los distintos procesos educativos.

La IA en la educación ha llegado para apoyar el aprendizaje de los estudiantes, donde los docentes deben ser capaces de lograr generar experiencias adaptables a las necesidades de los estudiantes y apoyar el aprendizaje de los mismos. La IA apoya la práctica docente con diversas herramientas que puede usar en la planificación de su curso como estrategias didácticas y otras actividades como la evaluación, la personalización de contenidos y el trabajo de academias para que puedan facilitar el trabajo colaborativo.

Agradecimientos.

A la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por el apoyo y financiamiento de esta investigación y a los docentes de Educación Media Superior BUAP.

Referencias

- [1] Ocaña-Fernández, Y., Valenzuela-Fernández, L. A., y Garro-Aburto, L. L.: Inteligencia artificial y sus implicaciones en la educación superior. *Propósitos y Representaciones*, 7(2), 2021.
- [2] Flores, F. A. I., Sánchez, D. L. C., Urbina, R. O. E., Coral, M. Á. V., Medrano, E. E. V., y Gonzáles, D. G.: Inteligencia artificial en educación: una revisión de la literatura en revistas científicas internacionales. *Apuntes universitarios*, 12(1), pp. 353-372, 2021.
- [3] Chaves Ramírez, M. R. (2022). El papel de la inteligencia artificial en la educación superior. *Revista Académica Institucional*, 3(2), pp. 24–30, (2022)
- [4] Fajardo, G. M., Ayala, D. C., Arroba, E. M., y López, M.: Inteligencia Artificial y la Educación Universitaria: Una revisión sistemática. *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación*, 8(1), pp. 109–131, 2023.
- [5] Padilla, R. D. M. (2019). La llegada de la inteligencia artificial a la educación. *Revista de investigación en tecnologías de la información*, 7(14), pp. 260-270.
- [6] Luhn, H. P. (1958). A Business Intelligence System. *IBM Journal of Research and Development*, 2 (4), 314-319.
- [7] Bucheli, M. G. V., Flores, L. G., y Tapia, J. M. Clase invertida para el desarrollo de la competencia: uso de la tecnología en estudiantes de preparatoria. *Revista Educación*, 30, 2019.
- [8] Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M. & Forcier, L. B.: *Intelligence Unleashed: An argument for AI in Education*. Londres, Pearson, 2016.
- [9] Ayuso-del Puerto, D., y Gutiérrez-Esteban, P. (2022). La Inteligencia Artificial como Recurso RIED-Revista Iberoamericana de Educación a 347 Distancia, 25(2), pp. 347-362.

El sistema Braille en la enseñanza de las matemáticas y la computación a personas con discapacidad visual

The Braille system in teaching mathematics and computing to people with visual disabilities

Georgina Eslava García¹ y Hugo Reyes Martínez²

¹ Profesora de Carrera Asociada B interina tiempo completo- geslava@acatlan.unam.mx

² Profesor de Asignatura B Definitivo- hreyesmtz@yahoo.com.mx

Facultad de Estudios Superiores Acatlán, UNAM- Av. Jardines de San Mateo s/n, Sta. Cruz Acatlán, C.P. 53150, Naucalpan de Juárez, Estado de México

Fecha de recepción: 17 de noviembre de 2023

Fecha de aceptación: 26 de abril de 2024

Resumen. Las personas con discapacidad visual son susceptibles para aprender matemáticas, computación, desarrollar el pensamiento algorítmico, etc., sin embargo, entre los obstáculos que enfrentan, además de la falta de inclusión social, prejuicios, estigmas discriminatorios, mala economía, espacios y transporte inadecuados, no disponibilidad de tecnologías de apoyo, etc. [1], se suma la escases o inexistencia de textos en Braille en áreas como Matemáticas y Computación. Razón por la cual, estudiantes con discapacidad visual no concluyen estudios de formación inicial o bachillerato, lo que les impide ingresar a las universidades o concluir estudios, situación que no solo sucede en México, sino también en otros países de habla hispana. Por tanto, es necesario dirigir esfuerzos para atender esta necesidad; una manera es dar a conocer el sistema Braille a la comunidad relacionada a estos temas para que elaboren o revisen materiales de corte científico en relieve.

Palabras clave: Braille, discapacidad visual, matemáticas, computación.

Summary. People with visual disabilities are susceptible to learning mathematics, computing, developing algorithmic thinking, etc., however, among the obstacles they face, in addition to the lack of social inclusion, prejudices, discriminatory stigmas, bad economy, inadequate spaces and transportation, non-availability of supporting technologies, etc. [1], added to the scarcity or non-existence of texts in Braille in areas such as Mathematics and Computing. For this reason, students with visual disabilities do not complete initial training or high school studies, which prevents them from entering universities or completing their studies, a situation that not only happens in Mexico, but also in other Spanish-speaking countries. Therefore, it is necessary to direct efforts to address this need; One way is to make the Braille system known to the community related to these topics so that they can create or review scientific materials in relief.

Keywords: Braille, visual impairment, mathematics, computing.

1 Introducción

El Banco Mundial BIRF AIF en 2011 estimó que el 15 % de la población mundial vive en situación de discapacidad, es decir, 1000 millones de personas, quienes en muchos casos experimentan adversidades socioeconómicas, tales como, falta de inclusión social, prejuicios y estigmas discriminatorios, servicios deficientes o nulos en: educación, salud, cultura, transporte, nula disponibilidad de tecnologías y dispositivos de apoyo, escasas oportunidades de empleo, bajos salarios, altos costos de vida, que se traduce a una tasa mayor de pobreza [1]. En septiembre de 2015, la ONU llevó a cabo la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (*Convention on the Rights of Persons with Disabilities-CRPD*). Los principios de la Convención fueron: “Respeto por la dignidad inherente, la autonomía individual, incluida la libertad de tomar las propias decisiones, y la independencia de las personas; no discriminación; participación e inclusión plena y efectiva en la sociedad; respeto a la diferencia y aceptación de las personas con discapacidad como parte de la diversidad humana y de la humanidad; igualdad de oportunidades, accesibilidad...” [14].

Respecto a la discapacidad visual, entre los diversos motivos que pueden ocasionar la pérdida o disminución de la vista se listan: accidentes (traumas y lesiones oculares), enfermedad (diabetes, hipertensión, colesterol alto, embolia, estrés, glaucoma agudo, patologías relacionadas con el corazón, desprendimiento de retina), o edad avanzada (degeneración macular que regularmente se presenta en personas mayores de 60 años), entre otras [4]. El informe mundial sobre visión emitido por la OMS en 2020 reportó que al menos 2,200 millones de personas en todo el mundo, viven en situación de discapacidad visual [8]. La Organización Panamericana de la Salud (OPS)

en 2019 dio a conocer que, de acuerdo con las encuestas realizadas en nueve países de América Latina y el Caribe, 217 millones de personas presentan deficiencia visual de moderada a grave y 36 millones son ciegos [9].

En 2021, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), reportó que en México hay 5,536,529 personas ciegas o de baja visión, parcial o total, de nacimiento o adquirida, [3][6] [7], que lo colocan entre los 20 países con mayor número de personas en situación de discapacidad visual [13]. Ante estas cifras y acorde con los retos que enfrentan este sector de la población, surge la inquietud de si las instituciones educativas en México, respecto a los servicios que ofrecen, cuentan con las estrategias, instalaciones y mecanismos necesarios para poder atender la demanda de este sector de la población, de lo contrario el estudiantado que presenta ceguera o baja visión estará limitado al no contar con los elementos para afrontar los retos que implican los estudios que deseen realizar. Por lo tanto, es necesario adecuar espacios y generar herramientas que les permitan continuar sus actividades, estudios, investigación en las diferentes áreas de conocimiento, incluida el área de físico-matemáticas.

2 Estado del arte

México participa desde 2007 en la *Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad* (aprobada por la *Asamblea General de las Naciones Unidas* en 2006), que lo convierte en uno de los Estados comprometidos en proteger y promover los derechos, aumentar la dignidad, honra o autoestima de las personas con discapacidad [2]. En los acuerdos de la Convención se encuentra el Artículo 4 sobre *Obligaciones generales* [2], en el inciso g se establece que se debe emprender o promover la investigación, el desarrollo, la disponibilidad de las TIC, los dispositivos técnicos y tecnologías de apoyo, en beneficio de las personas con discapacidad [2].

Por otra parte, la Dirección General de Planeación, Programación y Estadística Educativa de la SEP [11] reportó en 2022 un total de 34,413,485 estudiantes (la cifra incluye educación básica, media y superior, en sistemas educativos públicos y privados), de los cuales la población estudiantil promedio que presenta ceguera es de aproximadamente 2,130 y 6,318 de baja visión [11], ver Tabla 1. En este aspecto, el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) en el informe de 2019 titulado *La educación obligatoria en México*, reporta la carencia de materiales didácticos dirigidos a estudiantes con discapacidad visual o auditiva en planteles educativos, tales como documentos de lectura y consulta, equipo de cómputo e internet; así como la insuficiencia o falta de personal capacitado para atenderlos [5]. Lo que puede extrapolarse a los niveles universitarios, como es el caso del alumnado con discapacidad visual que no cuentan con textos adecuados de temas relacionados con las licenciatura o posgrado en el que están inscritos.

Tabla 1. Datos sobre Educación Especial en México 2019-2022.

Concepto	2019-2020	2020-2021	2021-2022
Alumnos			
Población atendida^v	648,101	601,024	587,099
Población atendida por área^v	628,609	587,012	570,957
Ceguera	2,196	2,124	2,071
Baja visión	6,604	6,254	6,096
Sordera	3,821	3,701	3,429
Hipoacusia	9,270	8,775	8,441
Discapacidad motriz	16,991	15,901	15,747
Discapacidad intelectual	107,308	100,244	92,711
Aptitudes sobresalientes	20,690	15,828	14,037
Otras condiciones	461,729	434,185	428,425
Población atendida por sostenimiento	648,101	601,024	587,099
Público	645,375	598,754	584,942
Privado	2,726	2,270	2,157
Escuelas			
Total	6,315	6,369	6,402
Centro de Atención Múltiple	1,669	1,667	1,663
Unidad de Servicio de Apoyo a la Educación Regular	4,646	4,702	4,739

Fuente: SEP/DGPPyEE, 2022 [11].

Hoy en día la tecnología ofrece a las personas ciegas o de baja visión aprender de forma auditiva Historia, Literatura, Idiomas, etc.; sin embargo, estudiar Matemáticas, Computación, Física, Química, entre otras, por medio del oído resulta todo un reto. Una herramienta para leer textos de manera táctil es el Sistema Braille [12], que es una representación del alfabeto en relieve, creado por el pedagogo francés Louis Braille en 1825, quien propuso el **signo generador** que consta de seis posiciones alineadas en dos columnas verticales numeradas de arriba abajo; en la columna del lado izquierdo se ubican las posiciones 123 y del lado derecho 456, ver Figura 1.



Figura 1. El signo generador.

A partir de él se crea todo el sistema Braille, que incluye letras, números, signos de puntuación, notas musicales, etc. El alfabeto Braille se compone de tres series obtenidas a través del **signo generador**, como se muestra en la Figura 2. Observar que la primera serie emplea las cuatro posiciones superiores 1245 que corresponden a las letras “a” a la “j”, conocidos como **signos base**, porque de ellos se generan la segunda y tercera serie. Para construir la segunda se utilizan los **signos base** más el sitio 3, y corresponden de la “k” a la “t”. La tercera serie se forma con los signos base más los lugares 3 y 6 para representar de la “u” a la “z”.

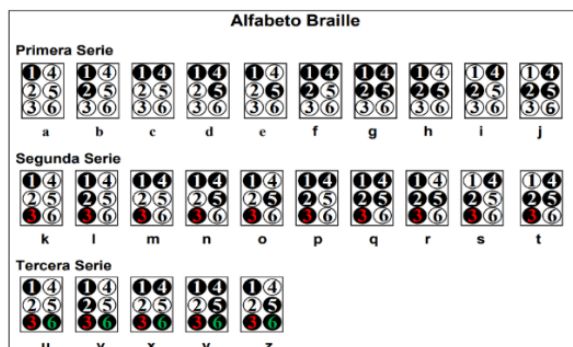


Figura 2. Series que conforman al Sistema Braille.

Se resaltan dos pautas utilizadas por Louis Braille para generar el alfabeto: **la formación de series** y **el diseño de prefijos**. En Tabla 2, se presenta el alfabeto Braille, los signos de puntuación, los números y algunos símbolos especiales. Observar dos modificaciones respecto a la fuente de la Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE) [10], una para el punto y otra para el apóstrofo. La justificación es que el sistema Braille está dirigido a la escritura de texto narrativo y no científico. Al considerar texto simbólico para notación matemática se hace necesario rescatar al apóstrofo, posición 3 y modificar el punto, por el sitio 6, para que pueda servir tanto en gramática como en matemáticas.

Tabla 2. Simbología Braille desde el enfoque de Matemáticas Aplicadas y Computación.

a	b	c	ch	d	e	f	g	h	i
⠁	⠃	⠉	⠑	⠔	⠖	⠦	⠧	⠨	⠊
j	k	l	ll	m	n	ñ	o	p	q
⠋	⠅	⠇	⠇⠇	⠍	⠎	⠞	⠏	⠕	⠑
r	s	t	u	v	w	x	y	z	
⠗	⠎	⠫	⠠	⠤	⠡	⠨	⠢	⠣	
				á	é	í	ó	ú	ü
				⠁	⠃	⠉	⠏	⠠	⠠
A	B	C	Ch	D	E	F	G	H	I
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
J	K	L	Ll	M	N	Ñ	O	P	Q
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	#
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
.	...	+	:	:	!	¿	?	"	"
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
\$	%	&	/	()	=	≠	\	@
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
^	+	-	*	÷	{	}	[]	°
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
^	<	>	<=	>=		~	~	~	
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	

¹ Símbolos propuestos por los autores por no existir un acuerdo internacional.

Aprender el Sistema Braille implica el desarrollo del tacto de modo que la imagen táctil de las literales cabe en las yemas de los dedos, lo que lo hace una buena opción para interpretar y transcribir materiales impresos en relieve de corte científico que contribuyan al desarrollo del pensamiento lógico, analítico y computacional de personas con discapacidad visual.

3 Problemática a resolver

Las personas ciegas o con baja visión, de nacimiento o adquirida, son susceptibles para aprender matemáticas, programación de sistemas computacionales y otras áreas de conocimiento, sin embargo, en muchos casos se carece de bibliografía, materiales didácticos, personal capacitado, espacios adecuados, entre otros. Situación que no solo sucede en México, sino en otras partes del mundo de habla hispana; razón por la cual, el alumnado en situación de discapacidad visual no concluye estudios de formación a nivel inicial, bachillerato o superior.

En este sentido, es necesario dirigir esfuerzos para generar y proporcionar los materiales en Braille, las tecnologías, las estrategias de orientación pedagógica, así como el acondicionamiento adecuado de espacios, que permitan a este sector de la población alcanzar los objetivos planteados en los programas de estudio de los diferentes niveles educativos. Como una primera etapa se sugiere una alfabetización con Sistema Braille de la comunidad de Matemáticas Aplicadas y Computación que apoye a crecer la bibliografía impresa en Braille en estas áreas de la ciencia.

4 Descripción de la experiencia realizada

Ante esta situación, la Facultad de Estudios Superiores Acatlán, UNAM, a través de los proyectos PAIDI/005/22 y PAIDI/006/23, ha dedicado esfuerzos para atender esta necesidad. Como punto inicial se han realizado acciones para dar a conocer a la comunidad universitaria el alfabeto en sistema Braille y otros elementos (ver Tabla 2), que les permitirá producir textos de diversos temas, por ejemplo, los códigos fuente en lenguaje C presentados en relieve para la enseñanza de la computación. Respecto a matemáticas se propone una simbología para todos los idiomas (debido a que la notación matemática es universal), que consta de seis prefijos que son: monedas, teoría de conjuntos y lógica, estructuras numéricas, funciones, geometría y cálculo diferencial e integral.

Para dar a conocer el Sistema Braille a la población, se elaboró el texto titulado *Manual para enseñanza del Sistema Braille*, autores Hugo Reyes y Georgina Eslava. Además se implementó un portal en el que se exhibe una guía sobre la construcción del sistema Braille (entre otros elementos), útil para enseñar a las personas ciegas o con baja visión a leer y escribir, o bien, para capacitar a la comunidad universitaria para redactar y revisar textos en Sistema Braille sobre asignaturas como: Álgebra, Cálculo, Programación, Investigación de Operaciones, Desarrollo Web, Estadística, por mencionar algunas, o tal vez desarrollar materiales en relieve en áreas de Matemáticas y Computación para los diferentes niveles educativos. (https://mac.acatlan.unam.mx/micrositios/braille/Portal-BrailleEnfoqueMAC/inicio_braille.html). El portal cuenta con audios para escuchar los contenidos.

Asimismo, se comenzó la colocación de señalética con placas en Braille en espacios como salones, laboratorios de cómputo, auditorios, baños, etc. Por el momento se han colocado 25 placas y están en proceso 51 más, con las que quedarán cubiertos tres edificios de los más de 17 que conforman a la FES Acatlán. A cada placa se le adhirió un código QR que al ser escaneado con algún dispositivo enlaza con el Portal.

Se impartió un curso de la construcción del Sistema Braille a Profesores adscritos a la licenciatura en Matemáticas Aplicadas y Computación. Al respecto, algunos profesores ya se encuentran realizando materiales en sistema Braille de Programación I, Métodos Numéricos y Matemáticas Discretas. De igual modo, estudiantes de servicio social están realizando textos de Matemáticas para secundaria y bachillerato.

Se elaboró una serie de orientaciones didácticas en torno a la relación Docente-Alumnado ciego o de baja visión.

5 Conclusiones y Trabajos Futuros

Las personas con discapacidad visual tienen derecho a la educación, por ende, el primer paso de la tarea consiste en enseñarles a leer y escribir en relieve. Recurso con el que podrán acceder al conocimiento, a la cultura, en consecuencia, a una vida digna, ya que podrán satisfacer sus necesidades personales, académicas y laborales, lo que potencializará sus fortalezas y habilidades, que les permitirá participar en el desarrollo de México; convirtiéndolos en ciudadanos productivos y en un ejemplo a seguir para la sociedad.

Es recomendable que la población en general aprenda el sistema Braille; de esta manera podrán enseñarlo a personas que lo necesiten, o para desarrollar y revisar materiales en las diferentes áreas del conocimiento, tales

como: Matemáticas, Computación, Química, Filosofía, Economía, Relaciones Internacionales, Pedagogía, etc., de esta manera se contribuye al desarrollo intelectual y cultural de este sector de la población.

Como trabajos futuros, entre otros, se continuará con la colocación de señalética en las instalaciones de la FES Acatlán, se formará una biblioteca con documentos en Braille de corte matemático y computacional, asimismo, se dedicarán esfuerzos a la investigación para adaptar las tecnologías en la enseñanza de las matemáticas y la computación a personas con discapacidad visual en los diferentes niveles educativos.

Es necesario sensibilizar a toda la comunidad sobre la importancia de proteger, promover los derechos y la dignidad de las personas con discapacidad, con mira a consolidar a México como una sociedad inclusiva.

Con la seguridad de que la lectura, tanto auditiva como táctil, despiertan al espíritu, liberan las ideas y permiten explorar mundos insospechados. Este proyecto tiene la misión de iniciar una transformación intelectual entre la comunidad de Matemáticas y Computación a través de la lectoescritura Braille, que gradual y progresivamente impacte en todas las instituciones educativas.

Agradecimientos.

Dirección, Secretaría General, Comité de Fomento a la Investigación, División de Matemáticas e Ingeniería, Coordinación del Programa de Matemáticas Aplicadas y Computación de la Facultad de Estudios Superiores Acatlán, UNAM.

Referencias

- [1] Banco Mundial (2023). La inclusión de la discapacidad. Fecha de consulta: 25 de abril de 2023, URL: <https://www.bancomundial.org/es/topic/disability#:~:text=La%20inclusión%20de%20la%20discapacidad,que%20las%20personas%20sin%20discapacidad.>
- [2] CNDH (2020). La Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad y su Protocolo Facultativo. Fecha de consulta: 25 de abril de 2023, URL: <https://www.cndh.org.mx/sites/default/files/documentos/2019-05/Discapacidad-Protocolo-Facultativo%5B1%5D.pdf>
- [3] DIS-CAPACIDAD (2021) Censo 2020: 16.5% de la población en México son personas con discapacidad. Fecha de Consulta: 16 de enero de 2013. URL: <https://dis-capacidad.com/2021/01/30/censo-2020-16-5-de-la-poblacion-en-mexico-son-personas-con-discapacidad/>
- [4] Estévez Cuervo HA (2014). Contra la ceguera social. Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular, Vol 12, Num.2, Atículo 7: 61-69. doi: <https://doi.org/10.19052/sv.3296>
- [5] INEE (2019) LA EDUCACIÓN OBLIGATORIA EN MÉXICO Informe 2019 <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/04/PII245.pdf>
- [6] INEGI (2020). Comunicado de Prensa Núm. 164/20: Estadísticas a Propósito del día del niño. Consultado 20 de abril de 2023. URL: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2020/EAP_Nino.pdf
- [7] INEGI (2021). Comunicado de prensa Núm. 713/21: Estadísticas a propósito del día internacional de las personas con discapacidad (Datos Nacionales). México: INEGI.
- [8] OMS(2020) Informe mundial sobre la visión [World report on vision]. Fecha de consulta: 8 de noviembre de 2022, URL: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331423/9789240000346-spa.pdf>
- [9] OPS (2019). Salud visual [https://www.paho.org/es/temas/salud-visual#:~:text=A%20nivel%20mundial%2C%20se%20estima,millones%20son%20ciegas%20\(1\).](https://www.paho.org/es/temas/salud-visual#:~:text=A%20nivel%20mundial%2C%20se%20estima,millones%20son%20ciegas%20(1).)
- [10] ONCE Organización Nacional de Ciegos Españoles (2016). Documento técnico B 15: Escritura con la fuente braille de la Comisión Braille Española. España: ONCE (Fecha de consulta 13/04/2022). URL: <https://www.once.es/servicios-sociales/braille/documentos-tecnicos/documentos-tecnicos-relacionados-con-el-braille/documentos/b15-fuente-braille-v1.pdf>.
- [11] SEP/DGPPyEE (2022). Principales Cifras del Sistema Educativo Nacional 2021-2022. Fecha de consulta 20 de julio de 2023, URL: https://www.planeacion.sep.gob.mx/Doc/estadistica_e_indicadores/principales_cifras/principales_cifras_2021_2022_bolsillo.pdf
- [12] Simón, Cecilia, Ochaíta, Esperanza & Huertas, Juan Antonio (1995) The Braille system: Principles for teaching-learning, Comunicación, Lenguaje y Educación, 7:4, 91-102, DOI: 10.1174/021470395763771891.

- [13] SWI swissinfo.ch (2021). El glaucoma es la primera causa de ceguera en México. Fecha de consulta: 15 de febrero de 2023, URL: https://www.swissinfo.ch/spa/méxico-salud_el-glaucoma-es-la-primera-causa-de-ceguera-en-méxico/46323444
- [14] United Nations (2016). Article 3 - General Principle. Fecha de consulta: 30 de noviembre de 2022, URL: <https://social.desa.un.org/issues/disability/crpd/article-3-general-principles>).

Diseño de app centrado en el usuario para recomendación de dietas para diabéticos tipo 2 usando Dijkstra

User-centered app design for diet recommendation for type 2 diabetics using Dijkstra

Elsa Estrada Guzmán¹, Jiménez Pelayo Joshua Amaury²,
Martínez Cruz Alan Emanuel³, Pérez Guerra César Omar⁴

CUCEI Universidad de Guadalajara
elsa.estrada@academicos.udg.mx¹, joshua.jimenez5642@alumnos.udg.mx²,
alan.martinez5029@alumnos.udg.mx³, cesar.perez4353@alumnos.udg.mx⁴

Fecha de recepción: 18 de noviembre de 2023

Fecha de aceptación: 27 de abril de 2024

Resumen: La obesidad es una de las principales causas de la diabetes, el tratamiento dietético es difícil, pero es una de las estrategias más eficaces para lograr el control de glucemia, el propósito de este trabajo es proponer una herramienta para el seguimiento y control de calorías a través de la recomendación de platillos usando Dijkstra, dirigido a personas con diabetes tipo 2, el método utilizado es el iterativo incremental. En el diseño de interfaz se involucró a un grupo de usuarios para su evaluación utilizando el diseño centrado en el usuario.

Palabras clave: Dijkstra, diseño de interfaces centrado en el usuario, diabetes, platillo.

Summary. Obesity is one of the main causes of diabetes, dietary treatment is difficult, but it is one of the most effective strategies to achieve glycemic control, the purpose of this work is to propose a tool for monitoring and controlling calories at through the recommendation of dishes using Dijkstra, aimed at people with type 2 diabetes, the method used is the incremental iterative. In the interface design, a group of users was involved for evaluation using user-centered design.

Keywords: Dijkstra, user-centered interface design, diabetes, saucer.

1 Introducción

La diabetes es una enfermedad que sigue afectando a la población a nivel global, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), esta enfermedad ha aumentado entre adultos mayores de 18 años, del 4.7 al 8.5%. En México, la prevalencia de diabetes mellitus (DM) fue de 9.4% de la población (Pérez-Cruz E et al. 2020). Durante el 2018 de acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición había 82'767,605 personas de 20 años y más en el país, de las cuales 10.32% reportaron (8 542 718) un diagnóstico médico previo de diabetes mellitus (Instituto Mexicano del Seguro Social 2022).

El contar con una dieta equilibrada y nutritiva es fundamental en el tratamiento de esta enfermedad, ya que la reducción de peso influye benéficamente en la salud, un programa de reducción puede ser exitoso, pero requiere de una combinación de restricción calórica e incremento de ejercicio; en el paciente obeso tipo 2 (no insulino dependiente) la normalización de concentraciones de glucosa y la mejoría a la sensibilidad a la insulina se logra con la pérdida de peso (Masharani and Kroon 2020). Se han hecho diversas investigaciones para proponer diferentes estrategias de la dieta equilibrada, basada principalmente en carbohidratos, proteínas y grasas, para tener un control estricto de la glucemia (glucosa). Una dieta de índice glucémico es un plan de alimentación basado en cómo la comida afecta el nivel de azúcar en la sangre. El azúcar, como todos los carbohidratos, contiene energía de los alimentos (valor energético o calórico) que es medida en calorías.

Aunque la mayoría de herramientas de recomendación de dietas se orientan al monitoreo de consumo de calorías, carbohidratos, proteínas y grasas, en general no son específicas de diabéticos algunos ejemplos son (Nootric SL 2023), (MyRealFood 2023), (Cookpad 2023). Y las que funcionan para el monitoreo de distintas métricas como glucosa, insulina, medicamentos, propias de diabéticos no recomiendan los platillos, algunos ejemplos son (Informed Data Systems 2023), (Diabetes:M n.d.).

El objetivo de este trabajo es proponer una herramienta para el control de dietas de diabéticos de tipo 2, que recomienda el platillo de comida para mantener el control de los indicadores de glucosa, este calcula el contenido del platillo que se personaliza. Se aplica el desarrollo de prototipos como método de Ingeniería de Software. En

la segunda iteración se invita a un grupo de usuarios con padecimiento de diabetes tipo 2 para realizar una evaluación al diseño de interfaz de la herramienta.

Esta herramienta promueve el buen comer, permitiendo la personalización y seguimiento al buen comer, en lugar de seguir una dieta prefabricada sin contexto, el usuario aprenderá a modificarla guardando el equilibrio calórico. La motivación es promover el autocuidado en la dieta alimenticia para disminuir el riesgo del coma diabético, y a la vez lograr un impacto masivo por la disminución de gastos médicos. Otros beneficios que se pueden obtener son el seguimiento personal y privado de los propios datos con respecto de lo que se consume ya que con ellos se puede mejorar la comunicación con el equipo médico y alcanzar los objetivos de salud.

Este trabajo está dividido en 3 partes: en la primera sección se expone el proceso incremental para el desarrollo de prototipos utilizando el diseño centrado en el usuario, en la segunda sección se presentan los métodos que abarcan el cálculo del platillo, las fórmulas del cálculo de calorías, los métodos de recolección de métricas para evaluar la interfaz del usuario, la selección de las tablas alimenticias y el método de desarrollo de Sw. Y la tercera sección expone los resultados de los prototipos generados.

2 El proceso incremental y diseño centrado en el usuario

México participa desde 2007 en la *Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad* (aprobada por la *Asamblea General de las Naciones Unidas* en 2006), que lo convierte en uno de los Estados comprometidos en proteger y promover los derechos, aumentar la dignidad, honra o autoestima de las personas con discapacidad [2]. En los acuerdos de la Convención se encuentra el Artículo 4 sobre *Obligaciones generales* [2], en el inciso g se establece que se debe emprender o promover la investigación, el desarrollo, la disponibilidad de las TIC, los dispositivos técnicos y tecnologías de apoyo, en beneficio de las personas con discapacidad [2].

Este proceso de desarrollo se basa en el diseño centrado en el usuario (user-centered). Este es uno de los enfoques más comunes para el diseño de tecnologías que se apoyan en información de los usuarios directos, ya que son quienes utilizarán las herramientas y se verán beneficiados por estas (Graham et al. 2019). El “user-centered design” se usa en trabajos colaborativos de equipos multidisciplinarios para una rápido prototipado; pone atención en la prioridad de desarrollo que está enfatizada por la intervención de los usuarios; este proceso es iterativo y propone una innovación que emerge después de cada ciclo a través de varios rounds (Altman, Huang, and Breland 2018). El equipo multidisciplinario para este proyecto, se conformó por tres estudiantes de la carrera de Ingeniería Informática, un líder de proyecto y un Licenciado en Nutriología, los usuarios que intervinieron en la evaluación de los prototipos fueron personas pre diabéticas y diabéticas tipo 2.

En este trabajo se presenta un modelo que es producto del proceso de diseño centrado en el usuario el cual se llevó a cabo en tres rounds o iteraciones, de los cuales se obtuvieron 3 prototipos. En cada iteración se realizaron las fases de exploración y análisis de requerimientos, modelado, construcción, despliegue y evaluación del prototipo, en cada uno se fueron incorporando funcionalidades y corrigiendo otras. Ver figura 1.

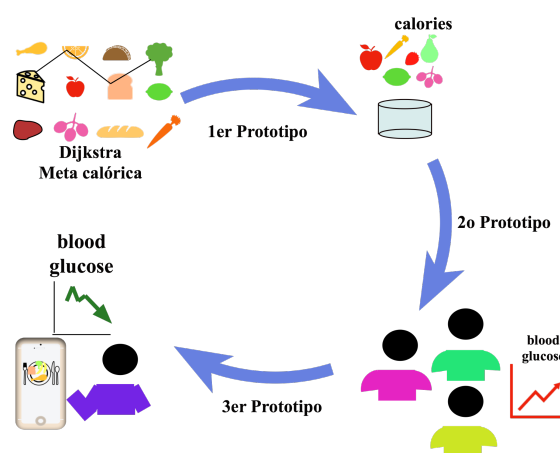


Figura 4. Proceso de desarrollo de prototipos.

En el primer prototipo se incorpora el uso de Dijkstra con el cálculo de la dieta. El segundo prototipo selecciona la base de datos de alimentos y se obtienen los atributos para el cálculo de la dieta, esto principalmente

incluyó las calorías. En el tercer prototipo se agregan las funcionalidades de seguimiento y captura de información del usuario, como el azúcar en sangre, edad y peso. Las actividades principales se muestran en la figura 2.

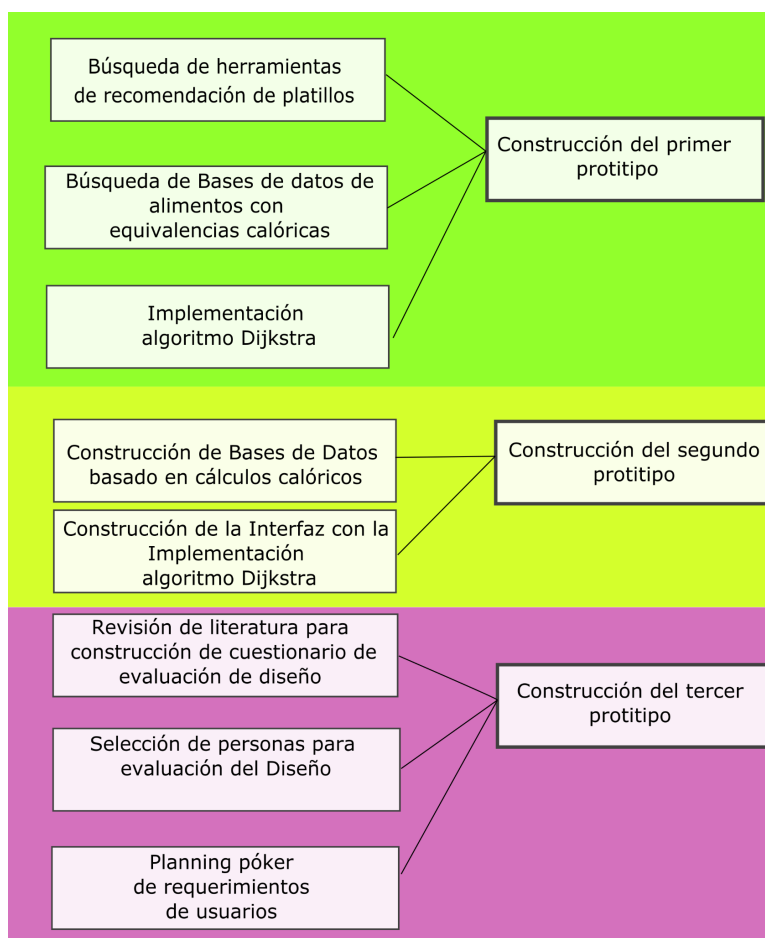


Figura 5. Actividades principales para la generación de los prototipos.

3 Métodos

Se utilizaron diferentes métodos para la integración de la herramienta, estos se aplicaron para: identificar las funciones principales en la recomendación de platillos, para la búsqueda de bases de alimentos y creación de su repositorio, para el cálculo de ingredientes por platillo, para el proceso de selección de usuarios y para el diseño del cuestionario para la evaluación de la interfaz. A continuación, cada método se describe.

3.1 Revisión de apps para recomendación de platillos

Para identificar los requerimientos funcionales y diseño de interfaz básicos se buscaron herramientas en la web para la recomendación de platillos, las palabras de búsqueda fueron “Nutrition Software for Dietitians and Nutritionists”, ”diabetic apps”. Se revisaron algunas de ellas que permitieron su descarga libre para uso temporal de prueba y se hizo un análisis de sus objetivos para identificar las funciones y características de diseño de la interfaz.

Las herramientas localizadas después de la búsqueda arrojaron apps que, aunque son de recomendación de dieta alimenticia, en general no son específicas de diabéticos, y las que son para diabéticos no recomiendan platillos. De este análisis se encontró que las funcionalidades más importantes se engloban en dos categorías: las de seguimiento del Nutriólogo y las del registro de acciones del usuario. Los componentes que suelen incluirse son la Agenda, Citas, Pagos, Cálculo de Meta calórica, Monitoreo y Seguimiento. Permitiendo al usuario la selección de alimentos favoritos, registro de actividades físicas, captura de datos personales para el cálculo de la meta calórica como sexo, peso, glucosa en sangre, y el almacenamiento de una receta preferida.

3.2 Búsqueda de bases de datos de alimentos

Se exploraron artículos y bases de datos sobre las equivalencias calóricas en alimentos, propuestas de dietas para diabéticos, la cadena de búsqueda fue “diabetic diet”, “alimentos ig cg”.

Se seleccionó para este trabajo la Dieta Mediterránea, para la propuesta alimenticia, consiste de una abundancia diaria de verduras, frutas, cereales y grasas, esta dieta ha sido de las más estudiadas y conocidas, ha sido asociada a un vasto número de beneficios para la salud y tiene evidencia de que está asociada con las más bajas tasas de incidencia de diabetes y mejor control glucémico en pacientes diabéticos en comparación con las dietas de control (Guasch-Ferré and Willett 2021).

3.3 Construcción de la Base de Datos de alimentos

Para la construcción de la Base de Datos de alimentos se utilizaron tablas con información nutricional de alimentos porque no se encontraron Bases de Datos descargables en formato csv ni xlsx con el IG, CG y calorías. En su lugar se generó un registro por cada alimento, las fuentes de información fueron:

- International Tables of Glycemic Index and Glycemic Load Values: 2008 (Atkinson, Foster-Powell, and Brand-Miller 2008), la cual contiene alrededor de 2,480 registros de alimentos distintos con sus respectivos niveles de IG y CG, así como de cantidad de CHO por porción. Sin embargo, las porciones son muy variadas y se encuentran muy pocos alimentos evaluados sobre una porción de 100g, además de que muchos de ellos se repiten variando, por ejemplo, en distintas marcas comerciales.
- La Tabla (Meneses Pérez 2022) con alimentos mexicanos, porque las porciones son en su totalidad de 100g, además de que son alimentos muy cotidianos y habituales en las personas.
- Tabla (fatSecret México 2022) también con alimentos mexicanos, se encuentra en línea, aunque no cuenta con IG ni CG, se puede obtener información de los alimentos como proteínas, grasas y calorías.

La base de datos se completa con las 3 tablas y se crea en MySQL.

3.4 Algoritmo Dijkstra

Se seleccionó el método Dijkstra para proponer el platillo, porque es un algoritmo para encontrar los caminos mínimos, sirve para la determinación del camino más corto, y en este caso se utiliza para conseguir la suma mínima de calorías con respecto a una meta calórica, que difiere para cada grupo de personas.

El método Dijkstra es utilizado frecuentemente en resolución de cálculo de rutas aéreas (Salem et al. 2022), marítimas (Silveira, Teixeira, and Guedes Soares 2019), terrestres o problemas que involucran Geographic Information System mezclando otras variables (Ray 2022), incluso para la resolución de problemas de planeación de trayectorias de nanorobots en ambientes biológicos, para su desplazamiento en el sistema de circulación sanguínea (Xu and Su 2022).

Este algoritmo consiste en encontrar un camino entre dos vértices o nodos, de tal manera que la suma de los pesos de las aristas que lo constituyen sea mínima. El método selecciona los alimentos de diferente clasificación en el plato del buen comer (dividido en 4 categorías: proteínas, vegetales, frutas y cereales), calculando el camino más corto de índice glucémico, para completar el mínimo de calorías a consumir, pero consumiendo una porción o gramos de cada categoría. El proceso de generación de la ruta se observa en la figura 3.

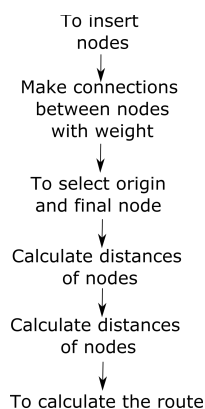


Figura 6. Diagrama de flujo para el cálculo de la ruta mínima de la meta calórica.

En la figura 4, se muestra un ejemplo del grafo dirigido creado para la propuesta de platillo, se resalta con flechas rojas el camino más corto, los nodos seleccionados son los alimentos Pear, Carrot, Fish, Oatmeal, que tienen los pesos más bajos: 17, 25, 25, 25. Este algoritmo fue implementado en Node.js.

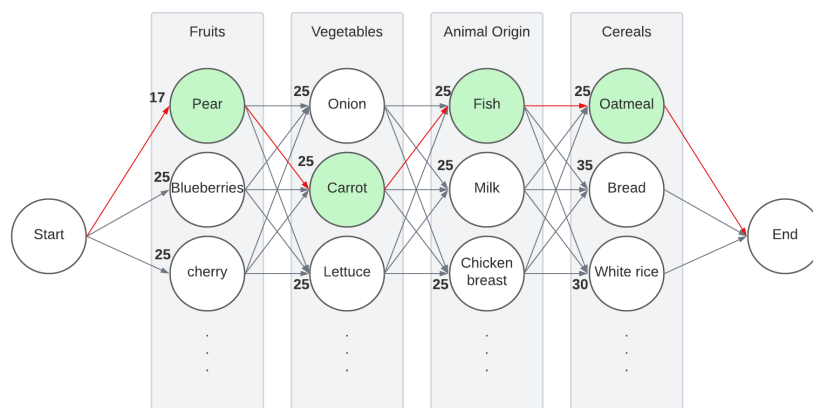


Figura 7. Grafo para la recomendación del platillo.

El método aplicado para el cálculo de la meta calórica fue el de Harris-Benedict, ha sido muy popular desde su aparición en 1918 (Harris and Benedict 2020), y en una reciente investigación (Bendavid et al. 2021) se dice de este método que, en comparación con la calorimetría indirecta, estas ecuaciones funcionaron bien en pacientes de edad avanzada, la fórmula recibe como parámetros el sexo, el peso, la altura y la edad y se multiplica por unos valores específicos dependiendo de la actividad física que realiza la persona.

Las ecuaciones de Harris-Benedict aquí utilizadas corresponden a las revisadas por Mifflin y St Jeor en 1990, se visualizan en la figura 4.

$$\text{Hombres TMB} = (10 \times \text{peso en kg}) + (6.25 \times \text{altura en cm}) - (5 \times \text{edad de años}) + 5$$

$$\text{Mujeres TMB} = (10 \times \text{peso en kg}) + (6.25 \times \text{altura en cm}) - (5 \times \text{edad de años}) + 161$$

3.5 Selección de usuarios y cuestionario

Para la selección de los usuarios con diabetes tipo 2 y prediabéticos se hizo una invitación personal y se usó también el método snowball, que consistió en que los primeros invitados extendieron la invitación a otros conocidos con el mismo padecimiento.

Se revisaron artículos para evaluación de la Graphical User Interface (GUI) con la frase de búsqueda “user interface evaluation”, se seleccionaron aquellos que contienen checklist para evaluación de la GUI, también los que contienen los métodos y métricas de evaluación de experiencia del usuario en apps de salud, y la forma en que estos colaboran con el diseño de aplicaciones. El cuestionario se basó en los resultados de esta búsqueda, en: (Camargo, Barros, and Barros 2018), que ofrece un check list para evaluar las interfaces de acuerdo a colores, tipografía, figuras, desplegado, patrones de estilo y composición general. En (Inan Nur, B. Santoso, and O. Hadi Putra 2021) que muestra los aspectos a evaluar en una interfaz “antes del uso”, siendo esta una de las técnicas más utilizadas en métricas de evaluación de experiencia del usuario. Y en (Mirri, Rocchetti, and Salomoni 2018), el cual identifica el rol de los usuarios en el diseño colaborativo de aplicaciones. El cuestionario se adjunta como anexo “ENCUESTA DE CALIDAD EN EL DISEÑO DE LA INTERFAZ APP DIABE”.

El proceso de la aplicación del cuestionario ocurrió de dos formas, una evaluación de app con asistencia de otra persona y la otra sin asistencia. Se optó por ofrecer la posibilidad de aplicar la encuesta con asistencia, para facilitar la inducción de aquellos usuarios que comúnmente no están familiarizados con apps para la salud.

Para la evaluación de app con asistencia se realizaron las siguientes actividades:

- Planeación de fechas con las personas a realizar la evaluación.
- Instalación de la app en los móviles personales.
- Charla amistosa del asistente para poner en contexto al evaluador.
- Recorrido explicado de las funciones de la app.
- Aplicación de la encuesta de evaluación de la GUI.
- Captura de las respuestas en formulario electrónico por parte del asistente.

Para la evaluación de la app sin asistencia se realizaron las siguientes actividades:

- Envío de link para descarga e instalación de la app.
- Envío de link de video de recorrido de funcionalidades de la app
- Envío de link para llenado del formulario de evaluación de la GUI

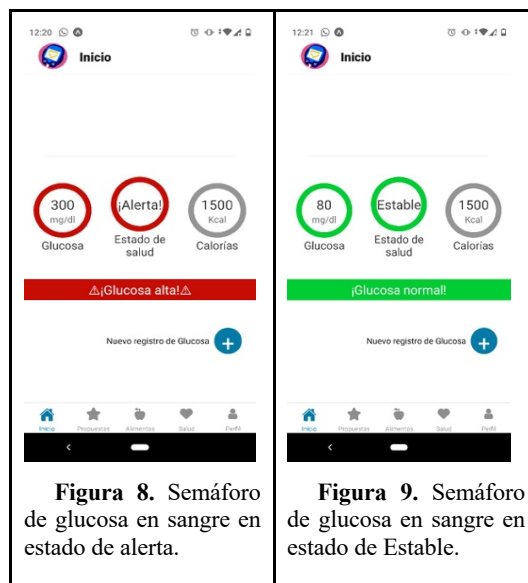
Posterior a la participación de los usuarios en la revisión de la app, se recogieron las respuestas. Las observaciones, recomendaciones y evaluación de las diversas características de la GUI fueron revisadas por el equipo de desarrollo y se les dio tratamiento de historias de usuarios o requerimientos funcionales o no funcionales nuevos o por modificar. Esto se llevó a cabo bajo el marco del método Playing Planning Poker [16], es un método de estimación de esfuerzo usado en métodos Ágiles, y ha sido un enfoque popular de estimación de tareas de software, con él se planificaron todos los cambios y sugerencias solicitadas por los usuarios en la evaluación.

4 Resultados

Como resultados se obtuvieron tres prototipos, a continuación, se detallan sus funciones principales de acuerdo al incremento que se realizó en estos.

4.1 Prototipo 1

Como resultado de la primera iteración se creó un prototipo básico, que contiene una interfaz básica de inicio donde se presenta el semáforo de la glucosa en sangre, y una salida a consola de recomendación de platillo que utiliza Dijkstra. En la figura 5 y 6 se observa la interfaz de inicio utilizada en el monitoreo de indicadores basada en resultados de estudios de glucosa a ser capturados por el usuario, y las calorías ingeridas en el período, calculadas por el registro del consumo del platillo sugerido.



Los usuarios sugirieron utilizar en la interfaz de inicio el semáforo (con los colores rojo, naranja y verde) para indicar los diferentes niveles del estado de salud y la glucosa, ya que son variables muy importantes para su control personal, y el color puede menguar el impacto de la sorpresa cuando el indicador es alto.

Salida a consola:

La recomendación de platillo se hizo con una salida a consola con una base de datos preliminar de 10 ingredientes, ejemplo: Pear-> Carrot ->Fish ->Oatmeal

4.2 Prototipo 2

Como resultado de esta exploración y análisis se diseñó el prototipo con los componentes: Plato de comida saludable que a su vez se expande a las funciones: Recomendación de platillo, Personalización del platillo, guardado de platillos preferidos. El segundo componente es el Monitoreo de indicadores el cual permite dar seguimiento al historial de glucosa, estado de salud, y comidas más consumidas. El tercer componente es la Administración de la Base de Datos de alimentos que incluye la conexión desde la aplicación hacia el servidor y la importación de alimentos con sus contenidos. Los componentes se pueden observar en el diagrama arquitectónico de la figura 7.

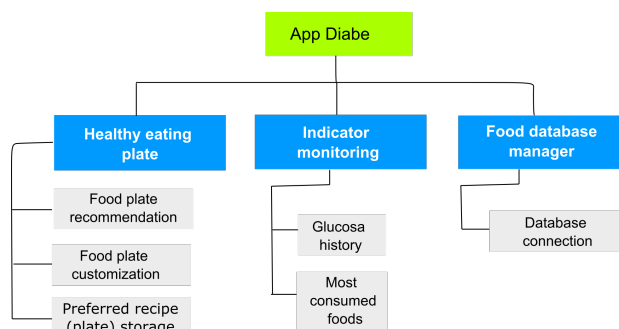


Figura 10. Arquitectura definida para el sistema de recomendación de platillos.

Una de las funcionalidades principales se muestra en la figura 8 que consiste en el platillo con los cuadrantes Fruta, Verdura, Cereal, Origen animal, los ingredientes son elegidos por los contenidos calóricos, según la meta calórica y según los que resten por consumir, calculados por Dijkstra.



Figura 11. Interfaz de visualización del platillo recomendado.

Se implementa la propuesta de platillo con el algoritmo Dijkstra que se muestra en la figura 9.

```

Dijkstra.js:19
▼ Dijkstra {rd: Array(4), vd: Array(17), initial: Vertex}
  ▶ initial: Vertex {obj: {el: Array(1)}}
  ▼ rd: Array(4)
    ▼ 0: Vertex
      ▶ el: (5) [Edge, Edge, Edge, Edge, Edge]
      ▶ obj: {id_aliment: 3, Nombre: 'Pera', Porcion: 100, Proteina: 12, Grasas: 12, ...}
      ▶ [[Prototype]]: Object
    ▼ 1: Vertex
      ▶ el: [Edge]
      ▶ obj: {id_aliment: 4, Nombre: 'Zanahoria', Porcion: 100, Proteina: 12, Grasas: 12, ...}
      ▶ [[Prototype]]: Object
    ▼ 2: Vertex
      ▶ el: (6) [Edge, Edge, Edge, Edge, Edge, Edge, Edge, Edge]
      ▶ obj: {id_aliment: 9, Nombre: 'Pescado', Porcion: 100, Proteina: 12, Grasas: 12, ...}
      ▶ [[Prototype]]: Object
    ▼ 3: Vertex
      ▶ el: [Edge]
      ▶ obj: {id_aliment: 10, Nombre: 'Arroz', Porcion: 100, Proteina: 12, Grasas: 12, ...}
      ▶ [[Prototype]]: Object
      ▶ length: 4
      ▶ [[Prototype]]: Array(8)
  ▶ vd: (17) [DijkstraItem, DijkstraItem, DijkstraItem, DijkstraItem, DijkstraItem, DijkstraItem, ...]
  ▶ [[Prototype]]: Object

```

Figura 12. Código Dijkstra que recibe un grafo con alimentos.

El algoritmo de Dijkstra recibe un grafo con n cantidad de vértices que contienen la información de los alimentos disponibles, con sus características en diversas porciones traducidas a gramos, así como un peso calculado previamente que representa el nivel de beneficio que ofrece al paciente, donde se encuentra que, mientras más bajo es el peso, éste es más benéfico. Para los alimentos se tienen 4 categorías:

1. Frutas
2. Verduras
3. Alimentos de origen animal
4. Cereales

Cada vértice que corresponde a una fruta se conecta mediante una artista a otro vértice que es verdura; cada verdura a cada alimento de origen animal y cada alimento de origen animal a cada cereal. Como el alimento más benéfico es el que tiene un menor peso en su vértice, se elige aquel de cada cuadrante del platillo cuyo contenido en categorías es más bajo, el algoritmo traza varios caminos y elige el más corto por los pesos de las calorías, combinando diversos alimentos, dando preferencia a los marcados como preferidos y como los que no producen alergias.

En la imagen se muestra el resultado de una ejecución del algoritmo, obteniendo un alimento de cada categoría (pera, zanahoria, pescado, arroz, ver figura 10).

M	Inicial	Pera	Fruta	Cerezo	Zana horia	Caboli ta	Lachu pa	Pesca do	Lache	Yogur t	Arroz	Arroz blanco	Arroz integral	Final
Inicial		17	25	25										
Pera	17				25	25	25							
Fruta	25				25	25	25							
Cerezo	25				25	25	25							
Zana horia		25	25	25				25	25	25				
Caboli ta		25	25	25				25	25	25				
Lachu pa		25	25	25				25	25	25				
Pesca do					25	25	25				30	25	35	
Lache					25	25	25				30	25	35	
Yogur t					25	25	25				30	25	35	
Arroz								30	30	30				30
Arroz blanco								25	25	25				25
Arroz integral								35	35	35				35
Final											30	25	35	

Figura 13. Matriz con pesos para selección de alimentos por Dijkstra.

4.3 Prototipo 3

En este último prototipo se añadieron las funcionalidades básicas, estas se engloban en el registro de usuario e inicio de sesión, el platillo sugerido, el historial de platillos registrados y el historial de salud. Las interfaces se muestran en las figuras 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, corresponden al registro de nuevo usuario, inicio de sesión, registro y actualización de datos de salud básicos, consulta de la propuesta del platillo, registro y consulta del historial de platillos preferidos, detalle de las calorías de los ingredientes, plan de alimentación, historial de glucosa y gráficas de métricas de salud. Los resultados de la encuesta, sobre la evaluación de la interfaz fue utilizada para aplicar los estilos, la funcionalidad y la apariencia sugerida.



Figura 14. Inicio de sesión



Figura 15. Estadísticas de glucosa

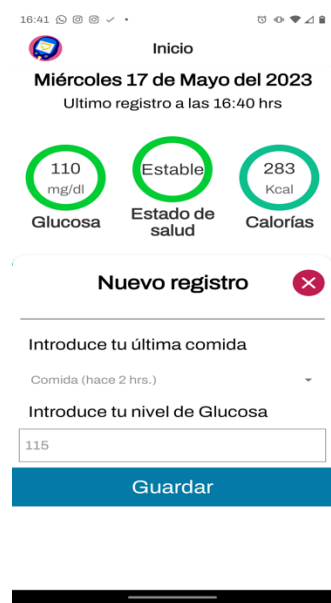


Figura 16. Registro de nuevo usuario



Figura 17. Visualización del historial de platos guardados



Figura 18. Visualización de personalización de platillo, con opción de alterar la porción



Figura 19. Información completa de un tipo de ingrediente



Figura 20. Registro de plan alimenticio



Figura 21. Consulta de historial de glucosa



Figura 22. Estadísticas de consumo

5 Conclusiones y Trabajos Futuros

Sin duda, una solución al problema de la glucosa en sangre en pacientes con diabetes tipo 2, es el mantener su plan alimenticio basado en dietas, que suponen un control a base del equilibrio de alimentos en cada platillo. Las aplicaciones comunes de planes alimenticios no suelen integrar la recomendación de platillo. En este trabajo se integraron las funciones que forman parte de este tipo de recomendación. Usuarios con diabetes tipo 2 colaboraron en la evaluación de la interfaz antes de su uso, lo que garantiza ser una aplicación consistente con las expectativas del cliente. Por último, no se puede descartar que aún con el cálculo de calorías y recomendación utilizando Dijkstra no sea indispensable el nutriólogo y médico. Ya que muchas personas consumen medicamentos y es necesario que los médicos hagan monitoreo constante del estatus de sus pacientes.

Anexo: ENCUESTA DE CALIDAD EN EL DISEÑO DE LA INTERFAZ APP DIABE

Apariencia

1. ¿Los iconos, colores, nitidez te parecen correctas?

Sí () No () ¿Por qué? _____

2. ¿Los elementos de la interfaz son comprensibles como botones, opciones y búsquedas?

Sí () No () ¿Cuáles? _____

3. ¿El tamaño de la fuente de la letra es visible?

Sí () No ()

Navegación

4. ¿Te parece clara la navegación en el sistema? Es decir, ¿sabrías cómo usar la herramienta solo con navegar por la interfaz?

Sí () No () ¿Por qué? _____

5. ¿Es claro el objetivo del sistema con solo navegar entre la interfaz?

Sí () No ()

6. ¿Qué funciones del sistema identificas como importantes para ti?

1. _____
2. _____
3. _____

7. ¿Qué funciones crees que le faltan al sistema?

8. ¿Tienes algún comentario sobre la apariencia de la interfaz?

Frecuencia de uso

Puede elegir varias opciones

9. Utilizarías la herramienta para:

- a) Consultar el platillo sugerido en cada comida del día hasta alcanzar el peso ideal.
- b) Consultar un platillo al mes solo para guiarte en la combinación de alimentos hasta alcanzar el peso ideal.
- c) Consultar los platillos propuestos solo por curiosidad una sola vez, para poner a prueba su funcionamiento.
- d) Seguir diariamente los platillos propuestos y realizar un automonitoreo de la azúcar en sangre y/o el progreso de mi peso.
- e) Para conocer más a cerca el contenido glucémico de los alimentos y revisar el catálogo de vez en cuando.
- f) Para probar el cómo configurar mi platillo de acuerdo a mis alergias y preferencias y así aprender a hacer una disciplina duradera en mi buen comer.

10. Otra forma de utilizar la herramienta no mencionada

Privacidad de la información

11. Alguna de los datos solicitados como sexo, fecha de nacimiento, estatura y peso te parecen que no deben ser solicitados por motivo de invasión a la privacidad

Sí () No ()

Porqué: _____

11.1 En caso de responder a la pregunta anterior afirmativamente ¿Cuáles datos no deberían ser solicitados y por qué?

12. Crees que sea importante capturar regularmente tu última medida o toma de azúcar en sangre para que puedas darle seguimiento conforme a tu alimentación.

Sí () No ()

Porqué: _____

13. Consideras importante tener la posibilidad de consultar tu historico de sangre o crees que es invasivo.

Sí () No () Porqué: _____

14. ¿Considera que es invasivo tener la posibilidad de consultar tu histórico de sangre?

Sí () No () Porqué: _____

Perfil del usuario

Tiempo de haber sido detectado como prediabético o diabético tipo2:

Edad: _____

Última toma de glucosa en sangre:

Fecha: _____

Glucosa: _____

Tienes alergias a algun alimento?

Referencias

- Altman, Myra, Terry T. K. Huang, and Jessica Y. Breland. 2018. "Design Thinking in Health Care." *Preventing Chronic Disease* 15:180128. doi: 10.5888/pcd15.180128.
- Atkinson, Fiona S., Kaye Foster-Powell, and Jennie C. Brand-Miller. 2008. "International Tables of Glycemic Index and Glycemic Load Values: 2008." *Diabetes Care* 31(12):2281–83. doi: 10.2337/dc08-1239.
- Bendavid, Itai, Dileep N. Lobo, Rocco Barazzoni, Tommy Cederholm, Moïse Coëffier, Marian de van der Schueren, Eric Fontaine, Michael Hiesmayr, Alessandro Laviano, Claude Pichard, and Pierre Singer. 2021. "The Centenary of the Harris–Benedict Equations: How to Assess Energy Requirements Best? Recommendations from the ESPEN Expert Group." *Clinical Nutrition* 40(3):690–701. doi: 10.1016/j.clnu.2020.11.012.
- Camargo, Murilo C., Rodolfo M. Barros, and Vanessa T. O. Barros. 2018. "Visual Design Checklist for Graphical User Interface (GUI) Evaluation." Pp. 670–72 in *Proceedings of the 33rd Annual ACM Symposium on Applied Computing*. New York, NY, USA: ACM.
- Cookpad. 2023. "Cookpad." *Cookpad*. Retrieved September 12, 2023 (<https://cookpad.com/mx/home>).
- Diabetes:M. n.d. "Diabetes:M." *Diabetes:M*. Retrieved September 12, 2023 (<https://diabetes-m.com/features/>).
- fatSecret México. 2022. "Alimentos." *FatSecret*. Retrieved September 12, 2023 (<https://www.fatsecret.com.mx/calor%C3%ADas-nutrici%C3%B3n/>).
- Graham, Andrea K., Jennifer E. Wildes, Madhu Reddy, Sean A. Munson, C. Barr Taylor, and David C. Mohr. 2019. "User-centered Design for Technology-enabled Services for Eating Disorders." *International Journal of Eating Disorders* 52(10):1095–1107. doi: 10.1002/eat.23130.
- Guasch-Ferré, M., and W. C. Willett. 2021. "The Mediterranean Diet and Health: A Comprehensive Overview." *Journal of Internal Medicine* 290(3):549–66. doi: 10.1111/joim.13333.
- Harris, J. A., and F. G. Benedict. 2020. "A Biometric Study of Human Basal Metabolism." Pp. 370–73 in *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, edited by PNAS.
- Inan Nur, Aulia, Harry B. Santoso, and Panca O. Hadi Putra. 2021. "The Method and Metric of User Experience Evaluation: A Systematic Literature Review." in *ACM International Conference Proceeding Series*.

- Informed Data Systems, Inc. 2023. "One Drop: Better Health Today." *AppStore*. Retrieved September 12, 2023 (<https://apps.apple.com/mx/app/one-drop-gesti%C3%B3n-de-diabetes/id972238816>).
- Instituto Mexicano del Seguro Social. 2022. "Estadísticas a Propósito Del Día Mundial de La Diabetes (14 de Noviembre)." *COMUNICADO DE PRENSA NÚM. 657/22 10 DE NOVIEMBRE DE 2022* 1–6.
- Masharani, Umesh, and Lisa Kroon. 2020. "Hormonas Pancreáticas y Fármacos Hipoglucemiantes." Pp. 1–42 in *Farmacología básica y clínica, 15e*, edited by McGraw Hill Education Inc. Mc Graw Hill Access Medicina.
- Meneses Pérez, K. 2022. "NUEVA GUÍA: TABLA DE ALIMENTOS, ÍNDICE GLUCÉMICO Y CARGA GLUCÉMICA." *D-Médical*. Retrieved September 12, 2023 (<https://d-medical.com/2020/06/nueva-tabla-de-alimentos-indice-glucemico-y-carga-glucemica/>).
- Mirri, Silvia, Marco Roccetti, and Paola Salomoni. 2018. "Collaborative Design of Software Applications: The Role of Users." *Human-Centric Computing and Information Sciences* 8(1):6. doi: 10.1186/s13673-018-0129-6.
- MyRealFood. 2023. "La App Para Mejorar Tu Estilo de Vida." *Myrealfood*. Retrieved September 12, 2023 (<https://myrealfood.app/>).
- Nootric SL. 2023. "Nootric." *Https://Www.Nootric.Com/Es*. Retrieved September 12, 2023 (<https://www.nootric.com/es>).
- Pérez-Cruz E, Calderón-Du Pont DE, Cardoso-Martínez C, Dina-Arredondo VI, Gutiérrez-Déciga M, Mendoza-Fuentes CE, Obregón-Ríos DM, Ramírez-Sandoval AS, Rojas-Pavón B, Rosas-Hernández LR, and Volantín-Juárez FE. 2020. "Estrategias Nutricionales En El Tratamiento Del Paciente Con Diabetes Mellitus." *Rev Med Inst Mex Seguro Soc* 2020, 50–60.
- Ray, Abhishek. 2022. "Analysis and Design of Public Transport Route Planner: Dijkstras Algorithm." *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology* 10(6):4571–75. doi: 10.22214/ijraset.2022.45018.
- Salem, Israa Ezzat, Maad M. Mijwil, Alaa Wagih Abdulqader, and Marwa M. Ismaeel. 2022. "Flight-Schedule Using Dijkstra's Algorithm with Comparison of Routes Findings." *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)* 12(2):1675. doi: 10.11591/ijece.v12i2.pp1675-1682.
- Silveira, Pedro, Ângelo Palos Teixeira, and Carlos Guedes Soares. 2019. "AIS Based Shipping Routes Using the Dijkstra Algorithm." *TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation* 13(3):565–71. doi: 10.12716/1001.13.03.11.
- Xu, Ke, and Rong Su. 2022. "Path Planning of Nanorobot: A Review." *Microsystem Technologies* 28(11):2393–2401. doi: 10.1007/s00542-022-05373-x.

Evaluación de Algoritmos de Aprendizaje Supervisado usando Modelos Binarios para Clasificación de Análisis de Sentimiento

Evaluation of Supervised Learning Algorithms Using Binary Models for Sentiment Analysis Classification

Emmanuel Morales García¹ Cecilia Cruz López² Julia Aurora Montano Rivas³
Diana Laura Aguirre Capistran⁴

Universidad Veracruzana, Facultad de Estadística e Informática, Av. Xalapa S/N esq. Av. Manuel Ávila Camacho, Col. Del Maestro, Xalapa, Ver., 91020. México

¹ emmorales@uv.mx, ² ceccruz@uv.mx, ³ julmontano@uv.mx

⁴ diana99.capistran@gmail.com

Fecha de recepción: 18 de noviembre de 2023

Fecha de aceptación: 27 de abril de 2024

Resumen. Este estudio tuvo como propósito evaluar algoritmos de aprendizaje supervisado en modelos binarios para mejorar el análisis de sentimiento en la clasificación de datos no estructurados. Se analizaron datos de diversas áreas temáticas, desde ciencias sociales hasta ciencias naturales, con diferentes dimensiones en cada área, reflejando la variabilidad y cantidad de datos recopilados. Los modelos de aprendizaje supervisado lograron altos niveles de precisión, destacándose el modelo análisis discriminante lineal (LDA) como el mejor clasificador en términos de precisión y ROC. Sin embargo, la sensibilidad y especificidad variaron entre modelos. El análisis de sentimientos reveló que predominaba el sentimiento positivo en los datos, respaldado por un conjunto significativo de palabras. Aunque el modelo LDA se mostró idóneo para clasificar los datos, se enfatiza la importancia de considerar el equilibrio entre precisión, sensibilidad y especificidad según los objetivos específicos y la relevancia de falsos positivos y falsos negativos en un contexto particular.

Palabras clave: Máquinas de soporte vectorial, Naive Bayes, Regresión logística binaria, Árboles de Decisión, Análisis discriminante lineal.

Summary. This study aimed to evaluate supervised learning algorithms on binary models to improve sentiment analysis in the classification of unstructured data. Data from various subject areas were analyzed, from social sciences to natural sciences, with different dimensions in each area, reflecting the variability and amount of data collected. The supervised learning models achieved high levels of accuracy, with the linear discriminant analysis (LDA) model standing out as the best classifier in terms of accuracy and ROC. However, sensitivity and specificity varied between models. Sentiment analysis revealed that positive sentiment predominated in the data, supported by a significant set of words. Although the LDA model was suitable for classifying the data, the importance of considering the balance between precision, sensitivity and specificity according to the specific objectives and the relevance of false positives and false negatives in a particular context is emphasized.

Keywords: Support vector machines, Naive Bayes, Binary logistic regression, Decision trees, Linear discriminant analysis.

1 Introducción

El análisis de sentimiento se ha convertido en un tema relevante dentro del marco de la evaluación de algoritmos de aprendizaje supervisado que se sitúa en el ámbito de la minería de textos y el procesamiento del lenguaje natural, ya que permite comprender la opinión y las emociones expresadas en el texto, lo que tiene aplicaciones en la toma de decisiones empresariales, la retroalimentación del usuario y la detección de tendencias en las redes sociales.

Se basa en la premisa de que la clasificación de sentimiento es una tarea fundamental en el análisis de sentimiento y que los algoritmos de aprendizaje supervisado desempeñan un papel crucial en la construcción de modelos de clasificación precisos. Estos algoritmos, que incluyen técnicas como máquinas de soporte vectorial, Naive Bayes, regresión logística, árboles de decisión y el análisis discriminante lineal, se entrenan utilizando conjuntos de datos etiquetados previamente, lo que les permite aprender patrones y relaciones entre las características del texto y las etiquetas de sentimiento asociadas.

Las máquinas de soporte vectorial (SVM) son efectivos en la clasificación de datos mediante la búsqueda de un hiperplano óptimo que maximiza la separación entre diferentes clases. Son particularmente útiles en problemas

de clasificación lineal y no lineal. En cuanto al algoritmo Naive Bayes basado en el teorema de Bayes, es ampliamente utilizado en problemas de clasificación de texto y análisis de sentimientos. Es especialmente útil cuando se trata de datos con alta dimensionalidad y se utiliza en aplicaciones como la detección de spam y el análisis de texto. También, la regresión logística es un algoritmo que se utiliza principalmente para problemas de clasificación binaria. Modela la probabilidad de que un ejemplo pertenezca a una clase específica y se usa comúnmente en problemas médicos, de marketing y financieros. Asimismo, los árboles de decisión se utilizan para la toma de decisiones basadas en reglas lógicas. Son especialmente útiles en problemas de clasificación y regresión, y su estructura en forma de árbol es fácilmente interpretable. Finalmente, el análisis discriminante lineal (LDA) es eficaz para proporcionar un modelo con el cual se logre una clasificación de individuos [1]. Por lo tanto, estos algoritmos son fundamentales en la clasificación de datos en una variedad de aplicaciones, en esta investigación son usados para clasificación de texto a través de Twitters y poder realizar el análisis de sentimientos.

El contexto también considera el desafío de evaluar la eficacia de estos algoritmos, ya que la precisión en la clasificación de sentimiento es esencial para su aplicación en situaciones del mundo real. La evaluación implica el uso de métricas como exactitud, sensibilidad, especificidad, F-score, matriz de confusión y la curva ROC para medir el rendimiento de los modelos [2]. Además, se deben tener en cuenta aspectos como el desequilibrio de clases, el preprocesamiento de texto y la selección de características para garantizar resultados confiables [3].

El objetivo de este estudio fue evaluar estos algoritmos de aprendizaje supervisado en modelos binarios que coadyuven al análisis de sentimiento para una clasificación correcta de datos no estructurados.

2 Estado del arte

Algunos antecedentes de este enfoque se sitúan en [4] cuyo trabajo se orienta hacia la expansión de la investigación en respuestas a preguntas en una dirección distinta, abordar tareas que involucran múltiples perspectivas y que requieren la habilidad de identificar y estructurar opiniones dentro de un texto específico. Este estudio propone un método para responder preguntas desde una óptica centrada en la extracción de información basada en opiniones. Además, esboza una estrategia para la generación automática de resúmenes basados en opiniones y describe cómo estos resúmenes pueden ser empleados para respaldar diversas tareas relacionadas con la respuesta a preguntas de múltiples perspectivas concluyen con un breve análisis acerca de cómo las representaciones concisas basadas en opiniones podrían ser aplicadas para respaldar diversas tareas relacionadas con la respuesta a preguntas desde diferentes puntos de vista

De igual manera, [5] elaboraron una metodología para extraer el sentimiento de los inversores minoristas a partir de los mensajes publicados en foros sobre acciones. Este algoritmo está compuesto por varios clasificadores que trabajan en conjunto mediante un sistema de votación. Los niveles de precisión alcanzados son similares a los de los clasificadores de Bayes, pero con una tasa menor de resultados falsos positivos y una mayor precisión en la detección del sentimiento. La inclusión de series de tiempo y la consolidación de la información de los mensajes enriquecen la calidad del índice de sentimiento resultante, especialmente cuando se enfrenta a lenguaje coloquial y ambigüedad. Las aplicaciones prácticas de esta metodología revelan una correlación con los valores de los mercados de acciones, específicamente en el caso del sentimiento agregado en el sector tecnológico, que puede predecir los niveles de los índices bursátiles, aunque no a nivel de acciones individuales. Se concluyó que el algoritmo tiene el potencial de evaluar cómo los anuncios de gestión, comunicados de prensa y noticias de terceros impactan en la opinión de los inversores.

En otra investigación realizada por [6] detallan la participación del equipo de investigación ELiRF de la Universidad Politécnica de Valencia en el Taller sobre Análisis de Sentimientos (TASS-2013). El TASS-2013, planteó cuatro desafiantes tareas, la evaluación del sentimiento global en tweets, la identificación de los temas en los tweets (política, economía, deportes, etc.), el análisis del sentimiento a nivel de entidad dentro de los tweets, y la determinación de las inclinaciones políticas (derecha, centro, izquierda, neutral) de los usuarios basándose en sus publicaciones. En este informe presentó estrategias metodológicas empleadas, los logros alcanzados y un análisis minucioso de los mismos. Se usaron técnicas de aprendizaje automático, específicamente, la aproximación de máquinas de soporte vectorial (SVM), apoyadas por la herramienta WEKA y la librería externa LibSVM. Los resultados obtenidos se mantuvieron en su mayoría a la par o incluso superiores en algunos casos en comparación con los equipos líderes en la competición. Un desafío recurrente en todas las tareas del TASS-2013 fue lograr una correcta tokenización de los tweets, por lo que proponen que la organización considere proporcionar tweets ya tokenizados en futuras ediciones para facilitar la comparación de enfoques, sin que esto afecte la evaluación, centrándose exclusivamente en los métodos y características utilizados en la resolución de los problemas.

En [7] los usuarios buscan simplificar el proceso de revisar cada tweet y recopilar datos, así como tienen la habilidad de identificar las opiniones expresadas por otros usuarios en diversas publicaciones. Las publicaciones se sometieron a un proceso de procesamiento para eliminar elementos que no aportaban a la predicción del sentimiento. Se utilizaron algoritmos de aprendizaje automático para categorizar los textos de los tweets en categorías positivas o negativas. Estos algoritmos permitieron un análisis detallado de los datos de salida con el objetivo de comprender mejor las publicaciones de los usuarios y su inclinación hacia una emoción específica.

3 Metodología

Para corroborar y verificar el objetivo de la investigación se desarrollaron algoritmos de clasificación binaria (métodos de aprendizaje supervisado). A continuación, se muestra el diagrama en el que se puede identificar visualmente la metodología propuesta.

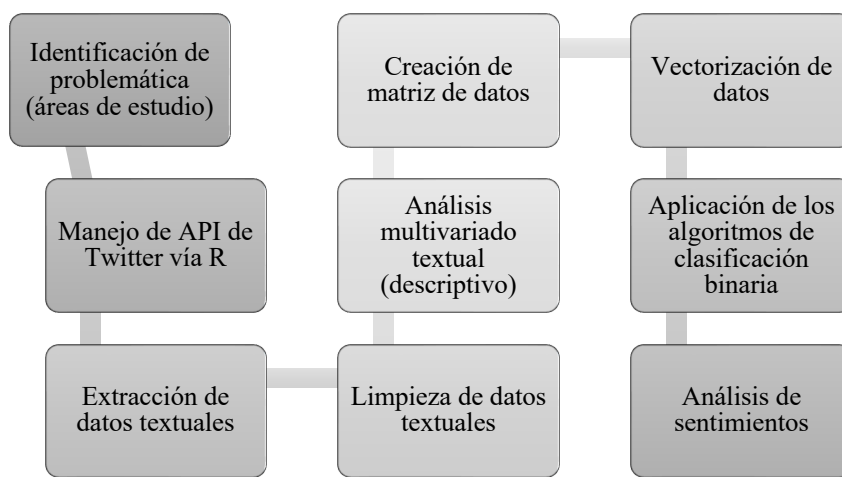


Figura 1. Esquema de propuesta metodológica.

3.1 Descripción de la propuesta metodológica

En este apartado se abordaron los temas de interés en diversas áreas de estudio como, ciencias sociales y humanidades específicamente en la aplicación sobre violencia (derechos de las mujeres y protección), temas como música, arte, lectura, etc. Asimismo, en ciencias naturales se usó la aplicación en el estudio de los animales. También, en ciencias de la salud usando una aplicación sobre la Covid-19, así como en ciencias exactas observando datos sobre evaluación de las publicaciones con impacto estadístico y matemático durante la pandemia, y finalmente cuestiones políticas, la evaluación sobre comentarios con relación al presidente de México Andrés Manuel López Obrador.

El proceso comienza con la extracción de datos textuales de un API de Twitter, para lo cual se requieren credenciales de Twitter y la configuración de una cuenta de desarrollador. Se extrajeron 5000 tweets por cada tema de los mencionados anteriormente. Luego, se llevó a cabo la limpieza de datos, que incluyó la eliminación de enlaces, símbolos, emojis y palabras vacías que no aportaban información relevante. Después de la limpieza, se realizó un análisis multivariado textual descriptivo que implicó la creación de visualizaciones de datos cualitativos, como gráficos de barras y nubes de palabras, para comprender el comportamiento de los datos no estructurados. Posteriormente, se vectorizaron los datos textuales, lo que implicó la creación de una matriz de documentos-términos y la conversión de ésta en frecuencias de ocurrencia de términos en la colección de documentos. Finalmente, se prepararon los datos para su procesamiento con algoritmos de clasificación binaria.

3.2 Algoritmos de clasificación binaria

Se aplicaron diversos algoritmos de clasificación binaria, como máquinas de soporte vectorial, Naive Bayes, regresión logística binaria, árboles de decisión y análisis discriminante lineal (LDA, por sus siglas en inglés). Se utilizaron métricas como exactitud, sensibilidad, especificidad, F-score, matriz de confusión y la curva ROC para evaluar estos métodos. Finalmente, se llevó a cabo un análisis de sentimiento, donde se visualizaron los datos

procesados por el algoritmo que demostró mejor eficiencia en los pasos anteriores. Todo lo anterior se programó a través del software R-Project.

4 Resultados

Como se mencionó anteriormente se tomaron diversas temáticas para crear las bases de datos, una vez construidas se enlistan las variables que se tomaron en cuenta en cada aplicación.

1. Texto de los tweets por cada usuario.
2. Nombre de los usuarios que publicaron los tweets.
3. Dispositivo fue publicado el tweet.
4. Lo que contiene cada tweet.
5. Cuantas compartidas tuvo el tweet.
6. Lugar de donde se compartió el tweet.

Ahora se visualiza la tabla de dimensiones por cada área temática evaluada, se consideran las palabras limpias y con estos datos se pueden lograr crear las matrices binarias.

Tabla 1. Descripción de los datos y sus dimensiones.

Áreas temáticas	Dimensión
Ciencias Social	750
Ciencias de la Salud	411
Ciencias Naturales	349
Ciencias Exactas	233
Ciencias Políticas	290

Con los resultados de la Tabla 1, se procede al entrenamiento de los modelos de aprendizaje supervisado, dividir los datos en entrenamiento y prueba.

4.1 Evaluación de los modelos de clasificación binaria

Tabla 2. Métrica para evaluar los modelos binarios.

Modelos	Exactitud	Especificidad	Sensibilidad	F score	ROC
SVM	88.4 %	0.89	0.69	0.41	66 %
Naive Bayes	88.5 %	0.97	0.24	0.35	60 %
Regresión L.	89.3 %	0.98	0.26	0.39	72 %
Árboles D.	89.0 %	0.98	0.26	0.38	64 %
LDA	90.6 %	0.97	0.32	0.42	70 %

Dados los resultados de los algoritmos binarios se hizo uso de las estadísticas generales, proporcionadas por la matriz de confusión, como resultados se puede observar, que el LDA, obtuvo una precisión de 90.6 %, una especificidad de 0.97 % que representa la proporción de palabras correctamente clasificadas (verdaderos negativos) y una sensibilidad de 0.32 % que es la proporción de palabras correctamente clasificadas (verdaderos positivos), siendo evaluada con un 70 % (ROC) como buen clasificador para esta aplicación. En caso contrario, Naive Bayes es el que presenta estadísticas, menos confiables para una clasificación. Asimismo, la regresión logística, aunque sea el mejor evaluado para la clasificación, de acuerdo con el resultado del área bajo la curva, el porcentaje de precisión fue menor que LDA (Tabla 2).

4.2 Análisis de sentimiento

Para finalizar, se obtuvo el análisis de sentimiento, para los datos binarios, LDA fue evaluado como el mejor algoritmo; es decir, presentó mejor precisión de clasificación. De esta manera se observa el sentimiento que predominó fue el positivo con 1,925 palabras (Figura 2).

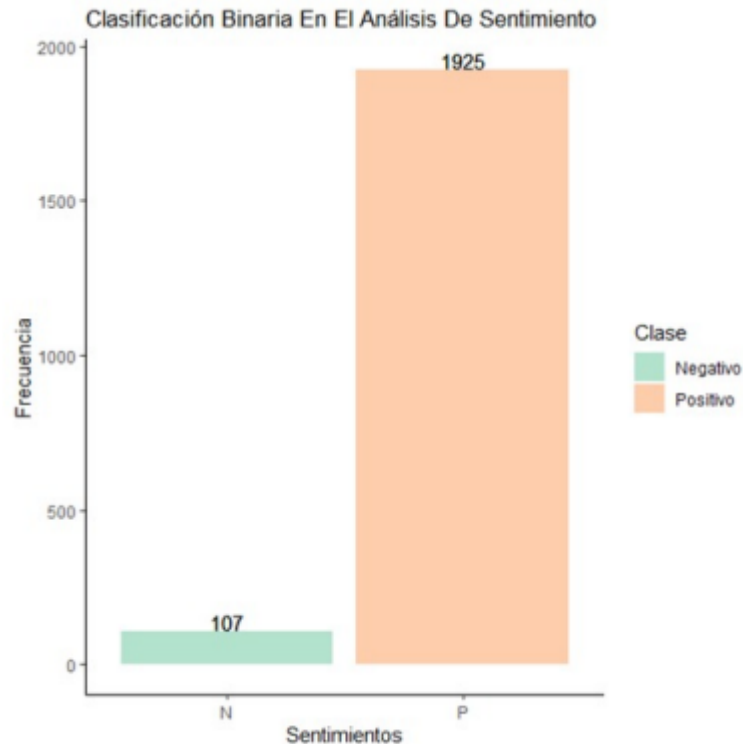


Figura 2. Análisis de sentimientos (resultados LDA).

5 Conclusiones y direcciones para futuras investigaciones

Se analizaron datos de diversas áreas temáticas, abarcando campos que iban desde ciencias sociales y salud hasta políticas y ciencias naturales. Cada área temática se caracterizó por tener un número distinto de dimensiones, lo que reflejó la variabilidad y la cantidad de datos recopilados en el estudio. Se utilizaron modelos de aprendizaje supervisado para llevar a cabo la clasificación binaria de estos datos, y los resultados mostraron un rendimiento generalmente alto. En particular, el modelo LDA se destacó como el mejor clasificador en términos de precisión y área bajo la curva (ROC). Se observó que la especificidad y la sensibilidad variaron entre los modelos, lo que sugirió que el modelo LDA equilibró de manera más efectiva la capacidad de identificar verdaderos positivos y verdaderos negativos. Por otro lado, Naive Bayes mostró una alta precisión en general pero una baja sensibilidad, lo que indicó una tendencia a identificar menos verdaderos positivos, posiblemente indicando limitaciones en su capacidad para identificar casos positivos reales en los datos. Aunque la regresión logística tenía un ROC más alto que LDA, mostró una precisión ligeramente inferior, lo que sugiere que pudo haber sido más conservadora en sus clasificaciones, minimizando los errores, pero a costa de clasificar menos casos como positivos.

En relación con el análisis de sentimientos realizado con el modelo LDA, se encontró que el sentimiento predominante en los datos fue positivo, respaldado por 1,925 palabras. Este hallazgo es de gran relevancia, ya que indica que la mayoría de los comentarios o tweets en los datos se clasifican como positivos según el enfoque de clasificación utilizado. Estos resultados sugieren que el modelo LDA es una elección adecuada para clasificar los datos de la investigación, especialmente en aplicaciones relacionadas con el análisis de sentimientos. Sin embargo, es esencial considerar el equilibrio entre precisión, sensibilidad y especificidad según los objetivos específicos y la importancia relativa de los falsos positivos y falsos negativos en un contexto particular.

Para futuras investigaciones, se planea implementar una variedad de algoritmos adicionales que aborden tanto la clasificación binaria como la clasificación multiclase, incluyendo campos como aleatorios de Márkov, redes bayesianas y clasificación multiclase bayesiana, entre otros. Además, se propone el desarrollo de una interfaz gráfica en Python que facilite el procesamiento de este tipo de datos y métodos, lo que podría contribuir significativamente a la eficacia y accesibilidad de este enfoque en aplicaciones futuras.

Referencias

- [1] F. Vanhoenshoven, G. Napoles, R., Falcon, K. Vanhoof, and M. Koppen, Detecting malicious URLs using machine learning techniques. *IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI)*. doi:10.1109/ssci.2016.7850079, 2016.
- [2] K. A. Carvajal Jaramillo. Aplicación de modelos de aprendizaje supervisado para predicción del tipo de contacto de clientes asignados a un BPO de cobranza. Tesis de Especialidad. Especialidad en Estadística Aplicada. Fundación Universitaria Los Libertadores. Bogotá, Colombia, 2022.
- [3] M. M. Loja Paucar Desarrollo de un prototipo para lectura y registro automático de información de visitas en puntos de control de acceso a un establecimiento. Tesis de grado, Ingeniería en Electrónica, Automatización y Control, Universidad de las Fuerzas Armadas, 2023.
- [4] C. Cardied, J. Wiebe, T. Wilson and D.J. Litman, Combining Low-Level and Summary Representations of Opinions for Multi-Perspective Question Answering. *In New directions in question answering* (pp. 20-27), AAAI Technical Report SS-03-07, 2003.
- [5] S. Das and M. Chen, Yahoo! para Amazon: Extracción de sentimientos de Small Talk en la Web, *Ciencias de la gestión* 53 (9), 1375-1388, 2001.
- [6] F. Pla and L. F. Hurtado, Análisis de sentimientos en Twitter. In *XXIX Congreso de la Sociedad Española para el Procesamiento del Lenguaje Natural (SEPLN 2013)*. TASS (pp. 220-227), 2013.
- [7] J. Ramon, A. Reyes y P. Palos, Un análisis de sentimiento en Twitter con Machine Learning: Identificando el sentimiento sobre las ofertas de #BlackFriday, *Espacios*, 39, 16, 2018.

Diseño de una estrategia didáctica autogestiva virtual para el fortalecimiento del curso de programación modular

Design of a virtual self-managed teaching strategy to strengthen the modular programming course

María Elena Romero Gastelú¹, Janette Araceli Castellanos Barajas²,
Patricia Sánchez Rosario³, Abelardo Gómez Andrade⁴

¹elena.romero@academicos.udg.mx, ²janette.castellanos@academicos.udg.mx,

³patricia.srosario@academicos.udg.mx, ⁴abelardo.gandrade@academicos.udg.mx

^{1,2,3,4}Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, División de Electrónica y Computación, Departamento de Ciencias Computacionales, Módulo "O" Planta Baja, Blvd. Marcelino García Barragán #1421, esq. Calzada Olímpica, C.P. 44430, Guadalajara, Jalisco, México

Fecha de recepción: 20 de noviembre de 2023

Fecha de aceptación: 29 de abril de 2024

Resumen. El siguiente trabajo presenta el diseño de una estrategia didáctica autogestiva virtual cuyo objetivo es fortalecer el curso de programación modular en alumnos de las ingenierías Informática, Computación, Biomédica, Electrónica y Comunicaciones y Civil, durante los ciclos escolares 2022A y 2022B, en el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara. La estrategia consiste en un curso autogestivo de 20 horas, utilizando la plataforma Classroom; los materiales de apoyo y las actividades se diseñaron en Scratch. Se realizó una encuesta para conocer la percepción de cómo los alumnos reforzaron el curso de Programación. Los temas se fortalecieron fueron ciclos y operadores y los que menos fueron eventos y paralelismo. La actividad integradora de todos los temas obtuvo un promedio general de 4.535 de 5 puntos máximo, así como buenos comentarios por parte de los alumnos.

Palabras clave: E-learning, Educación 4.0, Scratch, Virtualización.

Abstract. The following work presents the design of a virtual self-managed teaching strategy whose objective is to strengthen the modular programming course in students of Computer Science, Computing, Biomedical, Electronics and Communications and Civil engineering, during the 2022A and 2022B school cycles, at the University Center of Exact Sciences and Engineering from the University of Guadalajara. The strategy consists of a 20-hour self-managed course, using the Classroom platform; The support materials and activities were designed in Scratch. A survey was carried out to find out the perception of how students reinforced the Programming course. The themes that were strengthened were cycles and operators and those that were least strong were events and parallelism. The integrative activity of all topics obtained a general average of 4.535 out of a maximum of 5 points, as well as good comments from the students.

Keywords: E-learning, Education 4.0, Scratch, Virtualization.

1 Introducción

En el mundo actual, existe una comprensión general de que los profesionales en ingenierías deben contar con un conjunto de habilidades y actitudes necesarias para la resolución, con o sin computadora, de los problemas que puedan surgir en cualquier ámbito de la vida [1]. Por lo tanto, el diseño de instrumentos que permitan fortalecer la programación modular en los alumnos de las carreras de ingenierías como Computación, Informática, Comunicaciones y Electrónica, Biomédica y Civil, es esencial para facilitar su éxito profesional. Estas carreras pertenecen al Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI) de la Universidad de Guadalajara (UdeG), para las primeras cuatro mencionadas el programa de estudios se corresponde con la clave I5882 Programación y para Civil el programa es el IC589 Programación Aplicada a la Ingeniería. Profesores involucrados en este proceso de enseñanza – aprendizaje y que impartimos alguno de los cursos mencionados formularon las siguientes interrogantes: ¿Es posible fortalecer el curso de programación modular? ¿Cómo se puede medir este fortalecimiento? ¿Se puede diseñar un instrumento adecuado a los estudiantes de nuestras carreras? ¿Una herramienta autogestiva virtual, puede funcionar para fortalecer el curso de programación?.

2 Estado del arte

¿Qué es la virtualización? “es una extensión del aula presencial con el objetivo de mejorar la enseñanza mediante recursos didácticos virtuales. Abarca desde una comunicación fluida entre equipos de docentes y estudiantes, hasta actividades de apoyo al aprendizaje, pasando por nuevas formas y formatos de distribución de contenidos” [2].

Actualmente, el mundo está inmerso y trabajando de manera gradual y casi de manera natural con el modelo de la Educación 4.0 [3], modelo que tiene una relación directa con la virtualización de los cursos, esto implica que las instituciones educativas fomenten, por ejemplo, entre los académicos el uso de plataformas como Classroom [4] y Moodle [5]. Existen un conjunto de herramientas para la educación a distancia llamadas e-learning (aprendizaje electrónico), estas permiten simular el ambiente del aula [6] y pueden ser de código abierto (Moodle, Chamilo, Canvas o Sakai) o comerciales (BlackBoard, eDucativa o FirstClass). Aunque estas plataformas han sido utilizadas por diversas instituciones como complemento de la educación presencial ya que facilitan los procesos de acompañamiento y evaluación.

¿Cuál es la experiencia de la UdeG en carreras y cursos virtualizados? La universidad cuenta con un Sistema de Universidad Virtual (SUV) [7], el cual cuenta con un portal (<http://encuentro.udgvirtual.udg.mx/covid19/>) diseñado específico en la etapa de la contingencia por Covid y que pone a disposición de toda la comunidad universitaria una colección de herramientas, recomendaciones, asesorías; adicional ofertó un “programa de capacitación en apoyo a los profesores de la Red Universitaria que impartirán sus clases en línea” [8]. Particularmente, los cursos que se ofertan en la División de Tecnologías para la Integración Ciber – humana (DIVTIC) la cual pertenece al CUCEI, son de modalidad presencial al 100%, sin embargo, desde hace más de una década se comenzó a utilizar el Moodle como herramienta de apoyo para la aplicación de exámenes departamentales de varios cursos, y gradualmente se utilizó como repositorio de materiales y publicación de actividades para los estudiantes, convirtiéndose en un apoyo para las clases presenciales. Por otra parte, el uso de Suite de Google (paquete de herramientas diseñadas para permitir que los educadores y los alumnos innoven y aprendan juntos) [9] principalmente con Classroom [4] es de más reciente uso en la DIVTIC, de aproximadamente un lustro.

Scratch, que es un software gratuito, se puede programar historias interactivas propias, juegos, animaciones y compartir las creaciones con otros en la comunidad online. Scratch ayuda a los jóvenes a aprender a pensar de forma creativa, a razonar sistemáticamente, y a trabajar de forma colaborativa con habilidades esenciales para la vida en el siglo XXI. Scratch está diseñado, desarrollado y moderado por Scratch Foundation, una organización sin fines de lucro [10].

Existen otros softwares similares [11] a Scratch, que a través de bloques que representan distintos conceptos de programación, los estudiantes pueden crear personajes animados, videojuegos o hasta videos musicales. Cuentan, además, con plantillas que facilitan la tarea ya que con ellas se puede seleccionar y personalizar un escenario, un sonido o un personaje siendo el propio alumnado el que interactúa con ellos mediante el uso de comandos lógicos. Por ejemplo, Bebras es una iniciativa internacional que tiene como objetivo promover la informática (Ciencias de la Computación o Computación) y el pensamiento computacional entre los estudiantes de escuelas de todas las edades. Los participantes suelen estar supervisados por profesores que pueden integrar el desafío Bebras en sus actividades de enseñanza. El desafío se realiza en las escuelas utilizando computadoras o dispositivos móviles. [12]

La programación estructurada es un paradigma de programación orientado a mejorar la claridad, calidad y tiempo de desarrollo de un programa de computadora, utilizando únicamente subrutinas y tres estructuras: secuencia, selección (if y switch) e iteración (bucles, for y while), considerando innecesario y contraproducente el uso de la instrucción de transferencia incondicional (GOTO), que podría conducir a "código espagueti", que es mucho más difícil de seguir y de mantener y era la causa de muchos errores de programación. [13].

3 Metodología usada

La unidad de aprendizaje de “Programación”, para toda carrera orientada de ingeniería de nivel superior, es fundamental para la adecuada adquisición de conocimientos en muchas otras unidades posteriores a este curso.

Se sabe que un número importante de estudiantes ha estudiado previamente cursos de Programación y que se han formado en sistemas de nivel medio superior. Sin embargo, se desconoce con qué herramientas han aprendido a programar y a qué nivel y de la misma forma se desconoce en qué sistemas de nivel medio superior

aprenden a programar. Así mismo se desconoce si algún tema posterior a concluir el curso de Programación requiere de reafirmarse. [14]

El contenido temático del curso de programación nos ayuda a pensar sobre el aprendizaje con Scratch. Existe el interés sobre la forma en que las actividades de aprendizaje basadas en diseño, particularmente la programación de medios interactivos apoya el desarrollo en los jóvenes en la resolución de problemas. Ese interés lo estimula, en parte, la creciente disponibilidad de herramientas que permiten a los jóvenes diseñar sus propios medios interactivos. Con un compromiso de aprender mediante el diseño de actividades, con un enfoque constructivista del aprendizaje que resalta la importancia de que los jóvenes se comprometan o involucren con el desarrollo de artefactos externos (Kafai & Resnick, 1996). [15]

Las actividades de Scratch aportan al aprendizaje y ejercicio de conceptos computacionales (los que emplean los diseñadores a medida que programan); prácticas computacionales (las que desarrollan los diseñadores a medida que programan) y de las perspectivas computacionales (las que los diseñadores construyen sobre el mundo a su alrededor y sobre ellos mismos). [15]

El Scratch por sus ventajas y características se adapta mejor a los programas de estudios a los que pertenecen los alumnos que participan en este estudio, por lo que se optó por utilizar este software.

¿Cómo se diseñó el curso de Introducción a Scratch? El curso autogestivo se construyó en Classroom, se seleccionó esta herramienta dado que forma parte de la GSuit de Google, la cual es gratuita para toda la comunidad universitaria.

El tiempo estimado del curso es de 20 horas, considerando un máximo de 4 horas diarias de lunes a viernes por una semana. El curso se programó para realizarse una semana antes de concluir el ciclo escolar, una vez que los temas del programa de estudio se hubieran concluido.

Los temas y actividades del curso se apoyaron del contenido temático de los cursos de los programas de estudio con claves I5882 e IC589 son similares en la mayoría de los temas, a continuación, se muestra en la **Tabla 1 y Figura 1** el comparativo de temas de ambas materias y su equivalente en Scratch.

Tabla 1. Comparativo temático de I5882, IC589 y Scratch.

Programación I5882	Programación aplicada a la ingeniería IC589	Scratch
68 horas	51 horas	20 horas
1. Conceptos de programación	1. Conceptos de programación estructurada	1. Secuencias
2. Variables y datos	2. Variables y datos	2. Ciclos
3. Operadores	3. Operadores	3. Eventos
4. Secuencias	4. Secuencias	4. Paralelismo
5. Selectivas	5. Selectivas	5. Condicionales
6. Ciclos	6. Ciclos	6. Operadores
7. Arreglos	7. Arreglos	7. Datos
8. Manejo de funciones	8. Manejo de funciones	
9. Registros		

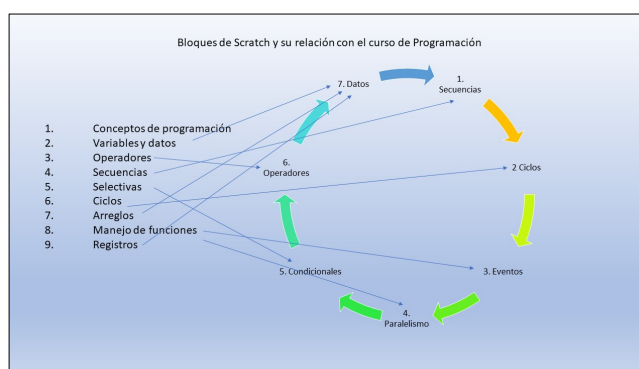


Figura 1. Comparativo temático de I5882, IC589 y Scratch.

El curso se tituló “Introducción a Scratch”, el cual consta de las siguientes secciones, todas incluyen videos, presentaciones y documentos que explican con detalle cada una de ellas:

- Proyecto de investigación. Donde se explica el objetivo y alcances de la presente investigación.
- Recursos de apoyo. En esta sección se presentan una serie de manuales y videos relativos a Scratch y cómo funciona, adicionales a los demás del curso.

- Cómo instalar Scratch. Se presenta material relativo a la forma en que cada alumno participante debe instalar Scratch.
- Elementos de Scratch de programación modular.
 - ✓ Secuencias.
 - ✓ Ciclos.
 - ✓ Eventos
 - ✓ Paralelismo
 - ✓ Condicionales
 - ✓ Operadores
 - ✓ Datos

Los elementos anteriores se definen como sigue

- Secuencias. Un concepto clave en programación, es que una tarea o actividad particular se expresa como una serie de pasos o de instrucciones individuales, que puede ejecutar el computador. Tal como en una receta, una secuencia de instrucciones de programación indica el comportamiento o acción que se debe producir.
- Ciclos. Los ciclos son mecanismos que ejecutan la misma secuencia, múltiples veces.
- Eventos. Una cosa que desencadena que otra se suceda; es un componente esencial de los medios interactivos.
- Paralelismo. Son secuencias de instrucciones que se suceden simultáneamente.
- Condicionales. Otro concepto clave de los medios interactivos son los condicionales; esto es, la habilidad de tomar decisiones con base en ciertas condiciones, que apoyan la expresión de múltiples resultados.
- Operadores. Los operadores ofrecen apoyo a las expresiones matemáticas, lógicas y de cadenas de caracteres, permitiendo al programador realizar manipulaciones numéricas y de cadenas.
- Datos. Los datos incluyen guardar, recuperar y actualizar valores.

En la sección Datos se propone la actividad integradora de todos los elementos del curso y por lo tanto la que demuestra el entendimiento de todos los elementos modulares de Scratch, es la actividad principal del curso. Esta actividad tiene por objetivo simular un acuario donde un pingüino persigue a un pez y lo atrapa. Se proponen acciones (módulos de Scratch) tanto para el pez como para el pingüino. Por ejemplo, para programar los movimientos del pez la siguiente imagen muestra la secuencia de los bloques (Figura 2).

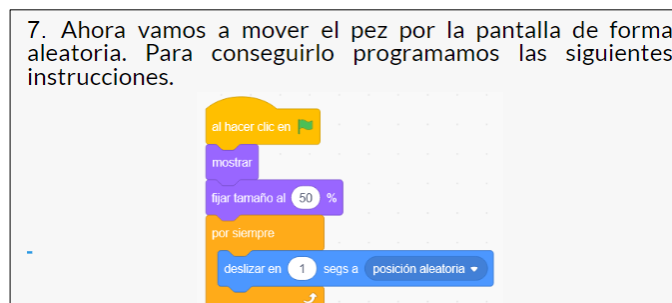


Figura 2. Movimiento del pez.

Para el pingüino sus movimientos quedan dados por la siguiente secuencia (Figura 3). En su totalidad el escenario completo se ve como la Figura 4.

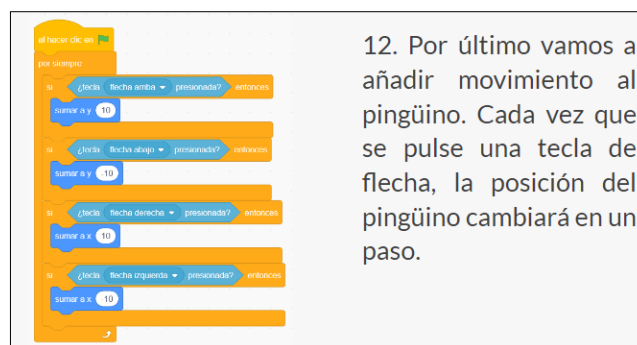


Figura 3. Movimientos del pingüino.



Figura 4. Escenario completo del pingüino persiguiendo a un pez.

Entre los ciclos escolares 2022A y 2022B, el curso se aplicó a un total de 15 grupos, de los cuales 9 fueron de la clave de materia I5582 y 6 de la materia IC589.

Evaluación del curso y sus resultados. Una vez concluidos en ambos ciclos escolares se aplicó la encuesta final, para determinar los resultados e impacto de este en los estudiantes participantes. Los alumnos participantes se corresponden con el 20% de la matrícula de los alumnos que cursan ambos cursos de programación, quienes tienen edades entre 18 y 24 años, de ambos sexos con estudios previos de bachillerato.

Se realiza interpretación de la encuesta con un método cuantitativo estadístico, mediante la técnica del cuestionario y la interpretación de los datos recabados. El paradigma positivista (cuantitativo) busca descubrir el conocimiento a partir de relaciones causa-efecto con las que pretende controlar, explicar y predecir hechos. El investigador busca la neutralidad y hace que prevalezca la objetividad. Este instrumento se centra en aspectos observables que sean posibles de cuantificar y sean libres de valores. [6]

La encuesta, que está incluida dentro del curso, en la última sección y que se llama “Encuesta final”, se diseñó con un formulario de Google tomando como referencia la propuesta de Cerreata, [16] la cual se revisó y se a ambos programas de estudio.

El instrumento fue validado, en agosto de 2021, por el Jefe del Departamento de Ciencias Computacionales, el Dr. Arturo Valdivia González y por la Dra. Lizbeth Sabrina Vega Maldonado, Coordinadora de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Electrónica y Computación, ambas autoridades pertenecen a la DIVTIC. Entre los aspectos que se consideraron para validar este instrumento están algunos, tales como el empleo de términos comprensibles para los participantes, la confiabilidad de los resultados o la correcta secuenciación de los reactivos entre otros.

La encuesta consta de tres secciones una referente a los conceptos reforzados del curso, otra sobre los materiales diseñados para las actividades; y la última sección es referente al curso de Scratch, lenguaje C y el curso de programación; con un total de 23 preguntas. Todas ellas para ser respondidas con la escala de Likert con valores de 1 a 5, siendo 1 el más bajo y 5 el más alto, la pregunta número 21 es de sí o no y las dos últimas son abiertas (**Tabla 2**).

Tabla 2. Relación de preguntas de la encuesta.

Preguntas de la encuesta	
SECCIÓN 1.	
1.	¿Fortaleciste o reforzaste el entendimiento del concepto de SECUENCIAS?
2.	¿Fortaleciste o reforzaste el entendimiento del concepto de CICLOS?
3.	¿Fortaleciste o reforzaste el entendimiento del concepto de EVENTOS?
4.	¿Fortaleciste o reforzaste el entendimiento del concepto de PARALELISMO?
5.	¿Fortaleciste o reforzaste el entendimiento del concepto de CONDICIONALES?
6.	¿Fortaleciste o reforzaste el entendimiento del concepto de OPERADORES?
7.	¿Fortaleciste o reforzaste el entendimiento del concepto de DATOS?
SECCIÓN 2	
1.	¿Consideras que los materiales propuestos para SECUENCIAS son adecuados para la resolución de la actividad y la comprensión del concepto?
2.	¿Consideras que los materiales propuestos para CICLOS son adecuados para la resolución de la actividad y la comprensión del concepto?
3.	¿Consideras que los materiales propuestos para EVENTOS son adecuados para la resolución de la actividad y la comprensión del concepto?
4.	¿Consideras que los materiales propuestos para PARALELISMO son adecuados para la resolución de la actividad y la comprensión del concepto?

5. ¿Consideras que los materiales propuestos para OPERADORES son adecuados para la resolución de la actividad y la comprensión del concepto?
6. ¿Consideras que los materiales propuestos para CONDICIONALES son adecuados para la resolución de la actividad y la comprensión del concepto?
7. ¿Consideras que los materiales propuestos para DATOS son adecuados para la resolución de la actividad y la comprensión del concepto?

SECCIÓN 3

1. ¿Cómo valoras el software Scratch?
2. ¿Qué tan fácil te pareció Scratch?
3. ¿Qué te parece el entorno de Scratch?
4. ¿Consideras que el curso de programación estructurada que se imparte con lenguaje C se fortalecería con ejemplos elaborados con Scratch?
5. ¿Te gustaría practicar el software Scratch en tu materia de Seminario de Programación?
6. ¿Consideras útil para tu carrera aprender a programar con Scratch?
7. ¿Conoces algún otro software similar a Scratch?
8. En caso de haber respondido afirmativamente a la pregunta anterior, ¿cuál es este software?
9. Si tienes algún comentario adicional, te invitamos a proporcionarlo:

4 Resultados

Las preguntas que se refieren a continuación permitieron diagnosticar cómo los alumnos interpretan su reforzamiento o fortalecimiento del curso de Programación, y por lo tanto las áreas de oportunidad de mejora del curso.

De las distintas respuestas se determina que un curso autogestivo virtual si permite que los alumnos fortalezcan el curso de programación modular.

Entre los resultados globales que abarcan a todas las carreras y los dos semestres que se impartió el curso, destacan los siguientes hallazgos:

a) Para el ciclo 2022A el concepto que más se reforzó con un promedio de 4.55 fue el de ciclos y el que menos se reforzó fue el de eventos con un promedio de 4.37. Para el ciclo 2022B el concepto que más se reforzó fue el de operadores con un promedio de 4.58 y el que menos fue el de paralelismo con un promedio de 4.42.

b) Para el ciclo 2022A el mejor material diseñado fue el de ciclos y en el 2022B fue el del tema de secuencias. Los materiales y actividades que fueron evaluadas con la calificación menor fueron para el 2022A el de paralelismo y para el 2022B el de datos.

En las preguntas de la tercera sección se observan datos interesantes, ya que la mayoría de los alumnos considera con una calificación de 3 su grado de concordancia en que sea útil programar con Scratch en sus respectivas carreras, en esta pregunta el número 1 se corresponde a la respuesta Totalmente en Desacuerdo y el 5 en Totalmente de Acuerdo, que para el ciclo escolar 2022A obtuvo un puntaje de 3.61 y para el 2022B un puntaje de 3.44 (**Figura 5**).

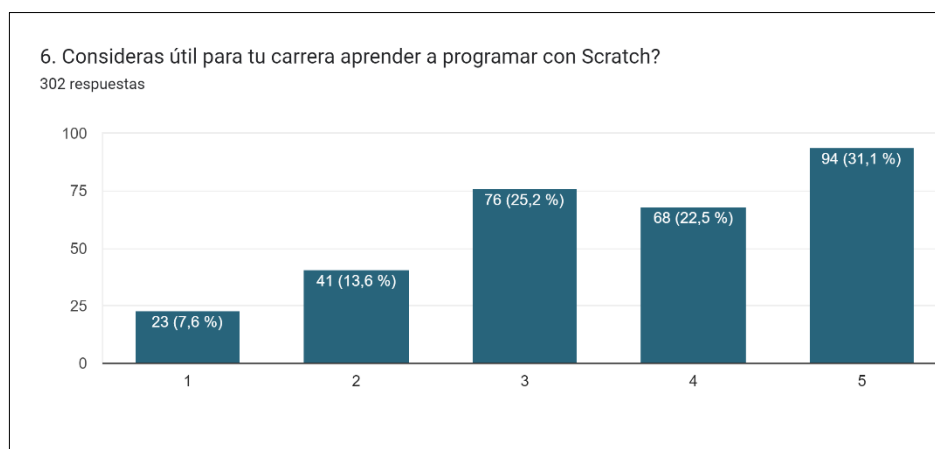


Figura 5. Gráfica a la respuesta sobre la utilidad de aprender a programar Scratch durante su carrera.

Otra pregunta obtuvo un puntaje intermedio fue la pregunta sobre la posibilidad de que los alumnos practiquen el software Scratch en la materia de Seminario de Programación, materia que complementa el curso de Programación, obtuvo promedios de 3.84 y 3.71 respectivamente para los ciclos 2022 A y B.

El 84.44% y el 86.66% de los estudiantes no conocen otro software similar a Scratch, esto correspondiente a los ciclos 2022A y 2022B.

La actividad integradora, que es la que se denomina “Datos” que se refiere previamente como a simular un acuario donde un pingüino persigue a un pez y lo atrapa, obtuvo en el 2022A un promedio de 4.62 y en el 2022B un promedio de 4.45, lo que da un promedio anual de 4.535 de un máximo de 5 lo que es un buen resultado para todos los alumnos participantes.

En la pregunta abierta se identifican comentarios positivos, entre los 2 ciclos escolares se acumularon un total de 94 comentarios la mayoría de ellos son en el sentido de que las actividades propuestas son entretenidas, divertidas, didácticas y de fácil comprensión, a continuación, se muestra 05 ejemplos de ellos, los cuales se seleccionaron al azar (**Tabla 3**).

Tabla 3. Ejemplos de comentarios abiertos en la encuesta.

Comentario
Agradezco de ante mano, a la personas que colaboraron con dichas actividades de Reto o más que nada el curso, pues hacen que la programación sea divertida, en lugar de que sea un poco estresante, aprendí tanto como al material de apoyo, videos y ejemplos, así mismo como las prácticas.
Creo que Scratch tiene bastante potencial para explotarlo un poco más, sería bueno que se viera a la par con el lenguaje C, en cada tema que se imparte, para que quede un poco más claro y sea más visible y se pueda ver Scratch con más tiempo, además de que es bastante divertido y entretenido.
El curso me pareció enriquecedor sobre todo para los que somos principiantes en programación, aunque quizá funcionaría mejor cursarlo las primeras semanas del semestre
Es muy buen material para usar ANTES del curso, es muy intuitivo y claro
Fue divertido y práctico hacer juegos

4.1 Análisis por carreras

Las carreras que participaron en el curso fueron Ingeniería en Computación, Ingeniería Informática, Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, Ingeniería Biomédica e Ingeniería Civil. Los resultados que destacan por carrera se ilustran en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Resultados por carrera por tema

Ciclo	2022A	2022B	2022A	2022B
Tema	Mejor evaluado (promedio)	Mejor evaluado (promedio)	Menor evaluado (promedio)	Menor evaluado (promedio)
Ingeniería Civil	Ciclos	Secuencias	Paralelismo	Paralelismo
Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica	Ciclos	Operadores	Paralelismo	Paralelismo
Ingeniería Biomédica	Ciclos y operadores	Operadores	Paralelismo	Paralelismo
Ingeniería en Computación	Ciclos y operadores	Secuencias	Datos	Paralelismo
Ingeniería en Informática	Ciclos	Paralelismo	Operadores	Datos

5 Conclusiones y trabajos futuros

La presente investigación ofreció a los estudiantes no sólo una herramienta nueva y fresca si no que de una manera divertida tuvieron la oportunidad de retomar los conceptos y apropiárselos como parte de su aprendizaje. El hecho de realizar pequeñas actividades para hacer un juego denota en los comentarios de algunos alumnos la marca diferencia de estudiar con la rigidez que exige el Lenguaje C y la libertad de Scratch. Sin embargo, no es la mayoría de los alumnos quienes opinan que se debería de estudiar Scratch en algún curso o bien que no es fundamental para su formación profesional.

De todos los temas presentados, fue el de paralelismo el que obtuvo reiteradamente las calificaciones más bajas, esto podría ser debido al hecho que, en la programación con Lenguaje C, aunque se producen soluciones con módulos como funciones están no se ejecutan simultáneamente.

El proyecto tuvo muy buena aceptación y en la mayoría de las opiniones los materiales cumplieron con su objetivo.

La actividad integradora de “Datos” tuvo muy buena aceptación y un promedio anual de 4.535 lo que significa que el objetivo del curso que era reforzar los conocimientos cumplió su objetivo, ya que los alumnos integraron todos los conceptos.

Como trabajos futuros se considera presentar el proyecto a la academia de Programación del Departamento de Ciencias Computacionales, para su revisión y mejora en sesión colegiada con el resto de los profesores que imparten la materia, para aplicarse durante el año 2024. Se trabajará con la mejora de los materiales en los que se obtuvo una calificación menor.

Agradecimientos

Este trabajo fue posible gracias a la participación de los estudiantes, académicos y administrativos.

Referencias

- [1] Varela, C., Rebollar, C., García, O., Bravo, E., Bilbao, J. (2019). Skills in computational thinking of engineering students of the first school year. *Heliyon*, Volume 5, Issue 11, ISSN 2405-8440. Consultado el 08 de agosto de 2021. En: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02820>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844019364801>)
- [2] Sitio de capacitación de la Universidad FASTA. ¿Qué es la virtualización? Consultado el 14 de junio de 2020. En <https://sites.google.com/site/innovacionfasta/TICs-y-EVAS/que-es-la-virtualizacion>
- [3] InspirED. ¿Qué es la Educación 4? Consultado el 15 de junio de 2020. En <https://inspire-edu.tech/educacion-4/>
- [4] Google. Classroom. Consultado el 15 de junio de 2020. En https://edu.google.com/intl/es-419/products/classroom/?modal_active=none
- [5] Moodle. Acerca de Moodle. Consultado el 15 de junio de 2020. En https://docs.moodle.org/all/es/Acerca_de_Moodle
- [6] BARBERÁ, E. (2008): Aprender e-learning. Paidós, Barcelona.
- [7] Sistema de Universidad Virtual. Presentación. Consultado el 14 de junio de 2020. En <https://www.udgvirtual.udg.mx/presentacion>
- [8] Sistema de Universidad Virtual – Covid- 19. Consultado el 14 de junio de 2020. En <http://encuentro.udgvirtual.udg.mx/covid19/>
- [9] Google. G Suite for Education. Consultado el 15 de junio de 2020. En https://edu.google.com/intl/es-419/products/gsuite-for-education/?modal_active=none
- [10] Scratch. Consultado el: 06 de abril de 2021. En: <https://scratch.mit.edu/>
- [11] Educación 3.0. No sólo Scratch: 15 lenguajes y plataformas para enseñar programación en Primaria y Secundaria. Consultado: el 07 de mayo de 2021. En: <https://www.educaciontrespuntocero.com/recursos/programacion/lenguajes-programacion-informatica-para-primaria-secundaria/>

- [12] Bebras. Consultado en: 08 de agosto de 2021. En: <https://www.bebbras.org/>
- [13] EcuRed. Programación Estructurada. Consultado: 07 de mayo de 2021. En: https://www.ecured.cu/Programacion_estructurada
- [14] BASOGAIN, Xabier, OLABE, Miguel, OLABE, Juan (2015). Pensamiento Computacional a través de la Programación: Paradigma de Aprendizaje. En RED Revista de Educación a Distancia <<https://www.um.es/ead/red/46/Basogain.pdf>> Consulta: 20 de marzo de 2021.
- [15] Brennan, K, y Resnick, M. (2012). Nuevas propuestas para evaluar el Pensamiento Computacional. Eduteka. Consultado: el: 06 de abril de 2021. En: <http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/EvaluarPensamientoComputacional>
- [16] Cearreta, I. (2015). Scratch como recurso didáctico para el desarrollo del pensamiento computacional de los alumnos de Secundaria y Bachillerato en la asignatura de Informática y como recurso transversal en el resto de las asignaturas (Trabajo Final de Máster). Universidad Internacional de la Rioja, Zumaia (Guipuzcoa).

Análisis de la presencia de habilidades blandas en bolsas de trabajo usando web scraping en Python

Analysis of the presence of soft skills in job boards using web scraping in Python

José Eduardo Guevara Molina¹, María Azucena Flores Sánchez¹, Judith Pérez Marcial, Ana Claudia Zenteno Vázquez¹, María del Carmen Santiago Díaz¹, Gustavo Trinidad Rubín Linares¹, Yeiny Romero Hernández¹

¹ Facultad de Ciencias de la Computación, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Avenida San Claudio, s/n. Puebla, México.

{jose.guevaramo, maría.floressanche}@alumno.buap.mx, {judith.perez, ana.zenteno, marycarmen.santiago, gustavo.rubin, yeiny.romero}@correo.buap.mx

Fecha de recepción: 20 de noviembre de 2023

Fecha de aceptación: 29 de abril de 2024

Resumen. Este trabajo se realizó con el propósito de determinar la demanda de habilidades blandas en publicaciones electrónicas de puestos de empleo del área de tecnologías de la información. Para la recolección de los datos se usaron técnicas de web scraping para obtener el contenido de las solicitudes y se usó el lenguaje de programación Python para su inserción a una base de datos. En total se obtuvieron 201 solicitudes de empleo de las cuales 155 fueron de www.jobatus.mx y 46 de www.occ.com.mx. Tras el análisis de dichas solicitudes y después de la limpieza de los datos, se llegó a la conclusión de que no existe un interés por parte de las empresas en colocar dichas habilidades blandas en sus publicaciones, sin embargo, estas se revisan en una fase posterior del proceso de contratación, a través de pruebas psicossomáticas o situaciones hipotéticas en entrevistas de trabajo u otros medios.

Palabras clave: Web scraping, Python, Soft Skills, Habilidades Blandas, Bolsa de trabajo.

Summary. This work was carried out with the purpose of determining the demand for soft skills in electronic publications of job positions in the area of information technologies. To collect the data, web scraping techniques were used to obtain the content of the requests and the Python programming language was used to insert them into a database. In total, 201 job applications were obtained, of which 155 were from www.jobatus.mx and 46 from www.occ.com.mx. After analyzing these requests and after cleaning the data, it was concluded that there is no interest on the part of companies in placing these soft skills in their publications, however, these are reviewed in a later phase. of the hiring process, through psychosomatic tests or hypothetical situations in job interviews or other means.

Keywords: Web scraping, Python, Soft Skills, Soft Skills, Job Board.

1 Introducción

La presente investigación tratará de dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿Qué tan interesados están los empleadores en incluir habilidades blandas como requisito en sus bolsas de trabajo? La cuestión se generó por la necesidad de tener una mejor comprensión de las exigencias de los empleadores y quizá, analizar el requerimiento de fortalecer la fomentación de dichas habilidades ante un mercado laboral cada vez más competitivo.

Teniendo esto en mente, nuestro objetivo es identificar las habilidades blandas que solicitan los reclutadores al momento de publicar vacantes para empleos del área de las ingenierías asociadas a la computación en el estado de Puebla, en México. Para esto usaremos Web scraping, lo cual es una técnica para recolectar datos de una página web y su almacenamiento para posterior análisis [1], [2]. Por habilidad blanda se entiende como aquellas capacidades que mejoran el desempeño laboral, facilitar la movilidad interna, catapultar la carrera profesional y predecir el éxito laboral [3] por esta definición es que nuestra investigación es necesaria, debido que al conocer las habilidades más solicitadas, se pueden fortalecer las competencias que terminarán por mejorar la competitividad para puestos de trabajo de interés para el aplicante, además de no existir investigaciones centradas en la búsqueda de habilidades blandas en este campo.

2 Estado del arte del web scraping

Como se explicó antes, el Web scraping es una técnica para recolectar datos de una página web, para después ser almacenada para su estudio [1], [2].

Esta técnica de recolección de información es particularmente útil cuando se requiere analizar grandes volúmenes de información o en este caso, múltiples paginas donde se busca en los mismos fragmentos de código, por lo tanto, se han desarrollado algunas herramientas para llevarlo a cabo, entre estas están:

- Scrapy

Es un framework potente de web scraping para Python, donde los robots se definen como clases que heredan de la clase BaseSpider, que define un conjunto de 'urls de inicio' y una función de 'análisis' llamada en cada iteración web. Las páginas web se analizan automáticamente y los contenidos web se extraen utilizando expresiones XPath [4], [5].

- BeautifulSoup

Es una librería para extraer datos de documentos HTML y XML, proporcionando formas idiomáticas de navegar, buscar y modificar el árbol de análisis [6]

- Selenium

Es un driver web propiedad de selenium, el cual se usa para automatizar el navegador a través de comandos que se pueden acceder a través de la consola provista por el mismo [7].

Por la misma utilidad que tiene recolectar información ubicada en sitios web, múltiples trabajos han sido posibles gracias al web scraping. Citando un ejemplo, el trabajo de Christian Kempny y Patrick Brzoska [8] nos proporciona entornos en los que el web scraping puede ser aplicado mientras se investiga sobre los servicios de salud, así como si debería ser usado por todos los investigadores de la salud en sus trabajos.

Una aplicación más directa del web scraping se puede apreciar en el trabajo de Wang, Z., Zeng, J., Ran, H., Meng, W., Zhou, S., Davies, A. B., & Liu, C [9], donde se usó web scraping para monitorear la venta de especies de hormigas hacia el exterior de china, las cuales se podrían considerar especies invasoras y afectar el ecosistema, al mismo tiempo propone que el web scraping puede ser usado también para controlar el daño que estas especies pueden realizar verificando la procedencia y destino de las ventas.

Finalmente, como último trabajo citado en este estado del arte, citare la investigación de Macias, P., Stelmasiak, D., & Szafranek, K [10], donde se hacen predicciones inmediatas de la inflación de los precios de la comida desde 2009 en Polonia demostrando que las predicciones solas de los cambios de precio ya son efectivas para la predicción de futuras alzas.

Como nota adicional, hay que aclarar que el web scraping no está exento de polémica, debido a su legalidad y el derecho de recolectar los datos y su impacto en el rendimiento de los sitios web, sin embargo, para esta recolección se aseguró que el impacto fuera mínimo, además de considerarse publica cualquier información mostrada en una página web que no requiera registro o interacción humana adicional.

2.1 Herramientas utilizadas

Para la realización de esta investigación se usó la API de requests de Python, la cual se empleó para obtener solicitudes de tipo GET a los sitios de bolsa de trabajo, obteniendo toda la información contenida en la página, posteriormente se usó BeautifulSoup para la interpretación del código HTML recibido en el paso anterior.

De esta manera, se obtiene el código en HTML y se procesa con BeautifulSoup. Como nota adicional, el almacenamiento de los datos se llevó a cabo en una base de datos portable de SQLite 3, misma que posteriormente fue editada para eliminar registros con errores, datos incorrectos o incoherencias.

3 Análisis de los resultados

El presente apartado muestra los resultados de las operaciones de web scraping, principalmente la presencia e importancia que se le da a las habilidades blandas al momento de buscar un nuevo empleado.

La base de datos obtenida consta de tres tablas, la primera contiene las habilidades blandas que tienen un mayor número de menciones en artículos de investigación sobre las mismas, ejemplo de esto se encuentra en [11], donde se maneja la comunicación y el manejo del estrés como habilidades blandas esenciales.

La lista de habilidades manejadas (tanto en español e inglés) es la siguiente:

- Adaptabilidad
- Pensamiento crítico

- Pensamiento creativo
- Creatividad
- Trabajo en equipo
- Resolución de problemas
- Ética laboral
- Liderazgo
- Gestión del tiempo
- Pensamiento estratégico
- Comunicación
- Atención a los detalles
- Habilidades blandas (como termino genérico)
- Gestión del estrés
- Resiliencia

Las dos páginas que se usaron para la extracción de información fueron jobatus (<https://www.jobatus.mx/>) y occ mundial (<https://www.occ.com.mx/>), las cuales presentaban una compatibilidad con la API de requests y por tanto hicieron posible la recolección de datos.

3.1 Cuantificación de la información obtenida

La anteriormente mencionada base de datos se compone de 201 solicitudes de trabajo de dos sitios web, al mismo tiempo analizando su sección de descripción se encontraron 69 menciones de habilidades blandas en total, cabe destacar que esto no significa que haya 69 solicitudes de empleo con la mención de habilidades blandas, si no que en todas las 201 solicitudes solo hubo 69 menciones de las habilidades, pudiendo haber empleos pidiendo dos o más, lo cual a pesar de la limitada cantidad de información que disponemos el número de solicitudes pidiendo habilidades blandas es sorprendentemente bajo.

En total, de las 201 solicitudes analizadas solo 34 hicieron mención de habilidades blandas en sus requisitos o descripciones de empleo, lo cual no representa ni la mitad de las opciones que los aplicantes tienen, dando la impresión de que en el campo laboral no se usarán estas habilidades, sin embargo como se evidencia [12] en una fase posterior de reclutamiento (entrevista) las habilidades blandas son tomadas en cuenta, debido a que es precisamente en el campo laboral donde se mide que tan apto se es para comunicarse y trabajar en equipo.

Las solicitudes se centran más en los años de experiencia y las certificaciones requeridas, es decir que al conocimiento necesario se le da más prioridad que la capacidad de manejar el estrés y la adaptación a entornos de trabajo muy exigentes.

Alternativamente, queremos presentar la posibilidad que esta percepción se deba a que la publicación de la vacante no es el momento donde las empresas buscan que los solicitantes tengan este tipo de habilidades: Tal como se expresa en [12] y en [13], el uso de pruebas psicológicas es común en el proceso de reclutamiento, estas pruebas varían desde pruebas proyectivas hasta pruebas de aptitudes y habilidades, esta última, sería la candidata perfecta para ubicar la presencia de habilidades blandas en aplicantes, sin embargo esto requeriría más investigación.

A continuación, en la tabla 1, se presenta una muestra de las solicitudes que piden habilidades blandas y cuantas, así como un promedio de habilidades por solicitud.

Tabla 1. Muestra de los datos obtenidos, específicamente de Jobatus, se aprecia el número de habilidades blandas, así como el nombre de la vacante y el salario, en promedio, cuando existía la mención, se colocaban 2 habilidades blandas por solicitud.

OPERADOR PROGRAMADOR CNC PAGO POR HORA, EXPERIENCIA 2 AÑOS	Sueldo no mostrado por la compañía	1
PROGRAMADOR WEB EXPERIENCIA MÍNIMA NET Y JAVA	\$20000-\$30000	2
OPERADOR PROGRAMADOR CNC HAAS TM1, TM2	Sueldo no mostrado por la compañía	1
TORNO CNC OPERADOR Y PROGRAMADOR CNC	\$14000	1
OPERADOR	Sueldo no mostrado por compañía	1

PROGRAMADOR CNC PAGO POR HORA, EXPERIENCIA 2 AÑOS		
PROGRAMADOR/A JR	Sueldo no mostrado por compañía	1
PROGRAMADOR DE SOFTWARE JAVA BACKEND	Sueldo no mostrado por compañía	3
PROGRAMADOR SENIOR	Sueldo no mostrado por compañía	3
Tech Lead / Java Developer	\$35000-\$45000	1

3.2 Gráficas

Durante el análisis y revisión de los datos, se hizo evidente que es difícil darle una interpretación solo observando los valores obtenidos, por esa razón se decidió graficar algunos resultados para mejorar su comprensión.

Como se puede apreciar en la figura 1, las vacantes que solicitan habilidades blandas no sobrepasan el 20%, las limitaciones de esta investigación no permiten conocer si es el caso en otras áreas del conocimiento, sin embargo, es claro que al menos en el enfoque que tuvo esta actividad, los empleadores no tienen una fijación en reclutar gente con habilidades blandas o estas se evalúan en un ámbito diferente, por lo que sería necesario otro estudio para conocer donde se evalúa la presencia de estas habilidades (si se realiza).

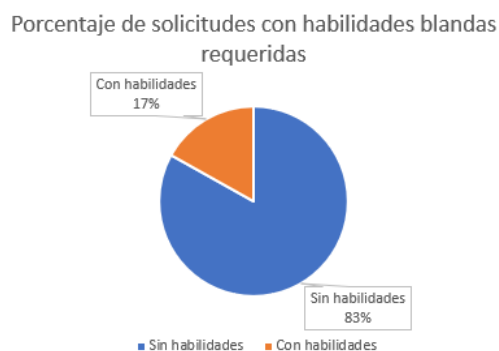


Figura 1. Relación de solicitudes que piden habilidades blandas con los que no.

Centrándose más en las habilidades solicitadas, los resultados parecen favorecer a la comunicación y el trabajo en equipo (Véase figura 2) como habilidades predilectas que los reclutadores toman en consideración al momento de iniciar el proceso de reclutamiento (en caso de buscar gente con habilidades blandas desarrolladas), estas habilidades son muy solicitadas en el área de ingeniería en tecnologías de la información debido a que los empleos relacionados generalmente constan de equipos de trabajo, por lo que dichas habilidades son fundamentales.



Figura 2. Habilidades blandas más mencionadas en ofertas de empleo.

Como ultima gráfica, en la figura 3 se hace notar los salarios correspondientes a cada habilidad, sin embargo estos solo deben verse como la presentación de una hipótesis, debido a que para saber verdaderamente los rangos de salario de estas habilidades blandas, es necesaria una investigación a mayor escala con un numero de datos significativamente mayor, esto se debe que a veces las empresas no listan los salarios a los que aspiran los aplicantes, sin embargo, con los 30 datos de empleos con habilidades blandas que además mostraron sus salarios, se puede obtener la conclusión de que desarrollar la habilidad de la comunicación trae en promedio, un mejor salario que la más popular, el trabajo en equipo, nótese que generalmente para desarrollar una es necesaria la otra, pues ambos son necesarios para un buen ambiente laboral y personal.



Figura 3. Salario promedio por habilidad solicitada, sin contar puestos sin salario publico.

4 Conclusiones

Es importante mencionar que estas conclusiones están basadas en datos escasos, como ya hemos mencionado a lo largo de este trabajo, las conclusiones, aunque consideramos que son válidas y significativas, se necesitan más elementos y una investigación a mayor escala para poder llegar a tener un mayor impacto en nuestra sociedad con el propósito de desarrollar este tipo de habilidades que parecen pasar desapercibidas incluso para los empleadores, lo cual es indicativo de lo mencionado en [12], [13], es decir, las pruebas psicológicas usadas para la contratación de nuevos empleados.

Dichas pruebas son indicativas de la presencia de habilidades blandas, así como del sentido de responsabilidad. En caso de ser esto cierto, la verificación del dominio de estas habilidades seria al momento de la entrevista o posteriormente a la aplicación en línea o presencial del solicitante, explicando el aparente desinterés en solicitarlas en publicaciones en línea.

Referencias

- [1] Zhao, B. (2017). Web scraping. Encyclopedia of big data, 1 https://www.researchgate.net/profile/Bo-Zhao-3/publication/317177787_Web_Scraping/links/5c293f85a6fdccfc7073192f/Web-Scraping.pdf.
- [2] Lawson, R. (2015). Web scraping with Python. Packt Publishing Ltd. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8822022/>
- [3] Marrero Sánchez, O., Mohamed Amar, R., & Xifra Triadú, J. (2018). Habilidades blandas: necesarias para la formación integral del estudiante universitario. REVISTA CIENTÍFICA ECOCIENCIA, 5, 1–18. <https://doi.org/10.21855/ecociencia.50.144>
- [4] Kouzis-Loukas, Dimitrios. Learning scrapy. Livery Place: Packt Publishing, 2016.
- [5] El Asikri, M. S., Knit, S., & Chaib, H. (2020). Using web scraping in a knowledge environment to build ontologies using Python and scrapy. European Journal of Molecular & Clinical Medicine, 7(03), 2020.
- [6] Richardson, L. (2007). Beautiful soup documentation.
- [7] Chapagain, A. (2019). Hands-On Web Scraping with Python: Perform advanced scraping operations using various Python libraries and tools such as Selenium, Regex, and others. Packt Publishing Ltd.
- [8] Christian Kempny, Patrick Brzoska. (2023). Anwendungskontexte von Web Scraping in der Versorgungsforschung - Nur für Web-Expert:innen? Oder eine Methode für alle Versorgungsforscher:innen!?

- Zeitschrift für Evidenz Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen Volume 176. 61-64.
<https://doi.org/10.1016/j.zefq.2022.11.010>
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1865921722002288>)
- [9] Wang, Z., Zeng, J., Ran, H., Meng, W., Zhou, S., Davies, A. B., & Liu, C. (2023). Monitoring the online ant trade reveals high biological invasion risk. *Biological Conservation*, 282. <https://doi.bibliotecabuap.elogim.com/10.1016/j.biocon.2023.110038>.
- [10] Macias, P., Stelmasiak, D., & Szafranek, K. (2023). Nowcasting food inflation with a massive amount of online prices. *International Journal of Forecasting*, 39(2), 809–826. <https://doi.bibliotecabuap.elogim.com/10.1016/j.ijforecast.2022.02.007>
- [11] Espinoza Mina, Marcos Antonio, & Gallegos Barzola, Doris. (2020). Habilidades blandas en la educación y la empresa: Mapeo Sistemático. *Revista Científica UISRAEL*, 7(2), 39-56. <https://doi.org/10.35290/rcui.v7n2.2020.245>.
- [12] Vidal, A. (2023). Conoce las principales fases del proceso de selección. *TalentFY*. <https://ytalentfy.com/fases-proceso-de-seleccion/>
- [13] Sánchez, D. (2018). Técnicas de selección utilizadas para la gestión del talento humano en tiendas por departamento del municipio Maracaibo. *CICAG: Revista del Centro de Investigación de Ciencias Administrativas y Gerenciales*, 15(2), 95-107.

Aplicación tecnológica para enfrentar los desafíos de los cursos del Programa de Educación Abierta (PEA) durante la pandemia COVID 19

Technological application to face the challenges of the Open Education Program (PEA) courses during the COVID 19 pandemic

César Isaac Cruz Morales¹, Martha Mora-Torres² y Lourdes Sánchez Guerrero²

¹Licenciatura en Ingeniería en Computación

²Departamento de Sistemas

{al2183037749, mmt, lsg}@azc.uam.mx

Fecha de recepción: 21 de noviembre de 2023

Fecha de aceptación: 30 de abril de 2024

Resumen: Como consecuencia de la afectación de la pandemia de COVID-19 producida por el virus SARS-CoV-2, la vida de las personas cambio radicalmente: la forma de desarrollar nuestras actividades tanto en el trabajo y los estudios como en la vida cotidiana. Enfrentar estos cambios en el ámbito de las instituciones educativas significó enfrentar el reto de continuar las actividades de la educación a distancia basadas en las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). En la UAM-Azcapotzalco, específicamente en el programa de Promoción de Educación Abierta (PEA), que tiene el propósito de brindar a los trabajadores de la UAM, y a la comunidad en general, la posibilidad de terminar la Preparatoria con validación ante la SEP; se creó una aplicación móvil para *Android* con la finalidad de resolver el problema que los usuarios del PEA tenían para continuar el programa; debido al distanciamiento y a que varias de las actividades se hacían de manera presencial, como las asesorías, la realización de exámenes o alguna consulta de información. Con el uso de la aplicación se logró adaptar el programa a la modalidad exclusivamente a distancia, proporcionando a las personas usuarias (asesoradas) del PEA acceso a los contenidos del plan de estudios y a la información centralizada de contacto, eventos y avisos; de manera asíncrona y sencilla; sin interrupción.

Palabras clave: Pandemia, Programa de Promoción de Educación Abierta (PEA), aplicación móvil, Android.

Summary. As a consequence of the impact of the COVID-19 pandemic caused by the SARS-CoV-2 virus, people's lives changed radically: the way we carry out our activities both at work and studies as well as in daily life. Facing these changes in the field of educational institutions meant facing the challenge of continuing distance education activities based on information and communication technologies (ICT). At the UAM-Azcapotzalco, specifically in the Promotion of Open Education (PEA) program, which has the purpose of providing UAM workers, and the community in general, the possibility of finishing High School with validation before the SEP; A mobile application for Android was created in order to solve the problem that PEA users had in continuing the program; due to distancing and the fact that several of the activities were done in person, such as counseling, taking exams or consulting information. With the use of the application, it was possible to adapt the program to the exclusively distance modality, providing PEA users (advised) with access to the contents of the study plan and centralized contact information, events and notices; in an asynchronous and simple way; continuously.

Keywords: Pandemic, Open Education Promotion Program (PEA), mobile application, Android.

1 Introducción

1.1 Tendencias educativas aceleradas por la pandemia de COVID-19

La pandemia de COVID-19 ha obligado a los sistemas educativos de todo el mundo a realizar cambios significativos, acelerando cinco transformaciones en la educación. En primer lugar, se ha producido un desplazamiento hacia el aprendizaje personalizado, ya que los educadores han tenido que adaptarse a nuevas formas de llegar a los estudiantes que aprenden de forma remota [1]. Además, el aprendizaje combinado, que combina la instrucción tradicional cara a cara con el aprendizaje en línea, se ha vuelto más común para garantizar que los estudiantes tengan acceso a la instrucción en cualquier lugar. La importancia de los datos y el análisis ha aumentado, ya que las escuelas recopilan y analizan información sobre el aprendizaje de los estudiantes para tomar decisiones informadas [1].

La brecha digital se ha vuelto más evidente, lo que ha llevado a un esfuerzo por garantizar un acceso equitativo a la tecnología y la capacitación de maestros en su uso efectivo [1]. Además, se ha enfatizado el aprendizaje socioemocional para ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades para enfrentar el estrés y la adversidad.

Estos cambios están definiendo el futuro de la educación, que también se caracteriza por una mayor demanda de opciones de aprendizaje remoto, un enfoque en la formación docente y el desarrollo profesional, una mayor inversión en tecnología educativa y una mayor conciencia sobre la importancia de la salud mental y el bienestar [1]. Aunque las implicaciones completas de la pandemia en la educación aún se están desvelando, está claro que ha acelerado la transformación del aprendizaje hacia un enfoque más flexible y centrado en el estudiante.

1.2 Programa PEA en el contexto de la pandemia de COVID-19

En el contexto de la pandemia de COVID-19 surgió un desafío crítico relacionado con el Programa de Promoción de Educación Abierta (PEA) de la UAM-Azcapotzalco. Este trabajo explica el desarrollo de una solución efectiva y accesible a los asesores del PEA, quienes enfrentaron nuevos retos al cambiar de la modalidad presencial a la totalmente remota.

La pandemia demandó una transformación en la forma en que se entregaba información y servicios del programa, lo que resultó en la dispersión de la información en varios canales de comunicación. Esto dificultó el acceso a la información para algunas de las personas asesoradas, especialmente aquellas de diferentes edades que no estaban familiarizadas con las nuevas tecnologías. Como resultado, se planteó la necesidad perentoria de centralizar la información y ofrecer una solución accesible para todas las personas usuarias. El número de personas inscritas al PEA es fluctuante porque siendo un sistema abierto, las inscripciones son todo el año y, por lo general, no se dan de baja; sin embargo, en el centro de asesorías sociales de la UAM-A hay más de 300 personas. Esta comunidad se caracteriza por no ser constante, siendo más bien flotante porque todos los días se están inscribiendo.

La razón primordial detrás de esta aplicación de modalidad remota es mejorar la experiencia de las asesorías del PEA al proporcionar una herramienta única y sencilla para acceder de manera clara y asincrónica a todos los contenidos del plan de estudios y su información. El objetivo fundamental es facilitar su participación en el programa, reduciendo las barreras tecnológicas y promoviendo la continuidad de la educación.

El artículo está organizado en las siguientes secciones: 1. Introducción, 2. *Android* y su ecosistema de desarrollo de aplicaciones móviles, 3. Comparación con otros proyectos (trabajos previos relacionados que muestran la relevancia de solución en el contexto cambiante de la educación), 4. Módulos de la aplicación del PEA (interfaz de la persona usuaria, navegación en la aplicación, información del PEA, consulta). 5. Resultados de la aplicación del PEA (descripción de los resultados en torno al diseño de la aplicación del PEA enfocado en la experiencia de la persona usuaria). 6. Conclusiones y 7. Trabajo futuro (la evaluación de la experiencia de la persona usuaria como próxima etapa del proyecto para asegurar la mejora continua de la solución en un entorno educativo en constante evolución)..

2 *Android* y su ecosistema de desarrollo de aplicaciones móviles

De acuerdo con Mena Roa [2], del portal de estadísticas para datos de mercado "Statista", *Android* cuenta con el 71% de la cuota del mercado mundial de los sistemas operativos para dispositivos móviles; esto considerando la información de marzo de 2023. *Android* es un sistema operativo móvil de código abierto desarrollado por *Google* que ofrece una plataforma versátil para la creación de aplicaciones en una amplia gama de dispositivos [3]. Los desarrolladores utilizan el lenguaje de programación *Java* y la herramienta de desarrollo *Android Studio* para crear aplicaciones móviles completas que aprovechan una arquitectura de cuatro capas para interactuar con el sistema operativo [4]. Estas capas incluyen aplicaciones, el *framework* de aplicaciones, bibliotecas de sistema y el núcleo de *Linux*. Esta arquitectura abierta y escalable permite la creación de aplicaciones móviles para diversos dispositivos [5]. Una vez que se desarrolla una aplicación para *Android*, se puede distribuir a través de *Google Play Store*, lo que proporciona a los desarrolladores una plataforma para publicar, gestionar y analizar sus aplicaciones [6]. *Android* ofrece un entorno robusto y versátil para el desarrollo de aplicaciones móviles, lo que lo convierte en una opción atractiva para proyectos como la aplicación del programa PEA.

Android Studio Dolphin 2021.3.1 Patch 1 permitió identificar y resolver eficientemente problemas de compatibilidad y rendimiento de la aplicación. Además, esta plataforma ofrece flexibilidad en el proceso de

compilación y proporciona un emulador efectivo para probar y depurar la aplicación en una variedad de dispositivos *Android*.

En conjunto con *Android Studio*, se utilizaron herramientas complementarias como *Super Image* y *Canva* para crear recursos visuales de alta calidad. Estas herramientas desempeñaron un papel fundamental en la creación de elementos visuales atractivos y funcionales que mejoraron la experiencia de las personas usuarias en la aplicación del programa PEA.

3 Comparación con otros proyectos

1 Aplicación móvil para la consulta de información escolar para asesores y educandos del Instituto Nacional de Educación para los Adultos (AMINEA): este sistema está desarrollado específicamente para el apoyo de asesores y educandos del programa AMINEA. Los asesores pueden obtener información de sus educandos y a su vez, éstos pueden consultar su información académica [7].

2 Sistema de gestión escolar en *Android*: este proyecto está diseñado para que el alumnado pueda interactuar de la manera más sencilla posible con el sistema escolar, consultando información necesaria sin importar dónde se encuentre [8].

3 Aplicación Móvil para apoyar al alumno en su vida universitaria: el desarrollo de esta aplicación permite al alumnado acceder a servicios proporcionados por la universidad como, por ejemplo, avisos, kárdex, calendario escolar, información académica, horarios, servicios de biblioteca y cafetería; y concentrados en un solo lugar [9].

4 Conexión UVM (ver. 3.0.5): es una aplicación desarrollada por Moofwd para la Universidad del Valle de México (UVM). La cual provee una comunicación directa entre la comunidad estudiantil, docente y administrativa a través del envío de notificaciones, encuestas, mensajes y consulta de información académica [10].

5 Grupo de Trabajo para Adultos: es un programa que brinda la oportunidad de poder concluir estudios de Educación Básica y Media Superior. Cuenta con asesorías académicas de apoyo a los programas de estudio y material didáctico [11].

6 App UAM: es una aplicación desarrollada por la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) que sirve de apoyo a académicos y estudiantes para acceder a datos académicos a través de su celular de una manera rápida y simple [12].

En la Tabla 1 se muestran las similitudes y diferencias de los trabajos previos.

Tabla 1. Comparación cualitativa de los trabajos relacionados con el proyecto propuesto.

Trabajo	Similitudes	Diferencias
1	Los dos sistemas, el referenciado y el propuesto, tienen el objetivo semejante; el cual es que el asesorado tenga acceso a su información sin importar el lugar en donde se encuentren y el horario.	El sistema propuesto está diseñado para los asesorados del programa de Promoción de Educación Abierta. No está diseñado para los asesores del programa.
2	El sistema es muy parecido al sistema desarrollado por la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), sólo que en etapas tempranas de desarrollo. Al igual que el sistema propuesto, cumple con funciones como horarios, consultas de UEA, datos escolares e historial académico.	El sistema propuesto no sólo se enfoca en ofrecer a los asesorados su información académica, también ofrece material de apoyo sobre los diferentes planes de estudio; el cual se puede consultar en el horario que se desee.
3	El sistema fue desarrollado para dar apoyo a estudiantes de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) y funciona sólo como un intermediario entre la página web y el usuario. La similitud reside en el desarrollo modular y brindar información	El sistema propuesto está diseñado para usuarios del Programa PEA, mientras que el sistema referido está diseñado para los estudiantes de la UAM.

	académica a través de los enlaces al contenido.	
4	Este sistema fue desarrollado para dar apoyo a estudiantes de la Universidad del Valle de México (UVM). Les permite consultar credencial, horario de clases, calificaciones y avisos generales de la universidad. La similitud con el programa propuesto es la consulta de información y avisos.	El sistema propuesto está enfocado en los asesorados del programa de Promoción de Educación Abierta. Además, ofrece material de apoyo sobre los diferentes planes de estudio; el cual se puede consultar en el horario que se desee.
5	La FES Acatlán a través del Grupo de Trabajo de Educación para Adultos brinda la oportunidad de poder concluir estudios de Educación Básica y Media Superior en su modalidad Abierta, esta es una similitud con el programa de Promoción de Educación Abierta; el cual está enfocado en brindar la oportunidad de concluir la preparatoria a los trabajadores de la UAM y comunidad en general.	El programa referido no cuenta con ningún tipo de aplicación móvil que apoye a los estudiantes en la consulta de su información. La finalidad del sistema propuesto es apoyar a los asesorados del programa de Promoción de Educación Abierta para acceder a su información de manera clara y simple.
6	El sistema desarrollado por la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) está enfocado en académicos y estudiantes, les permite visualizar: horarios, consultas de UEA, datos personales, avisos, historial académico e historial de pagos. El sistema propuesto tiene similitud en la consulta de información y avisos.	El sistema propuesto está enfocado sólo para asesorados, les permite visualizar información del programa PEA. Además, les permite tener contacto con asesores, consultar material de apoyo de diferentes planes de estudios del programa y preguntas generales.

4 Módulos de la aplicación del PEA

El desarrollo del proyecto involucró la creación de varios módulos que, en conjunto, brindan a los asesorados del programa PEA acceso a material académico, información relacionada con sus planes de estudio y avisos del programa, lo que se alinea directamente con el objetivo de proporcionar soluciones efectivas en un entorno educativo en evolución.

a) Módulo de interfaz de usuario: es la comunicación entre el asesorado y el sistema. Permite el inicio de sesión y la validación del acceso mediante un usuario y contraseña general del programa PEA.

b) Módulo de información del programa PEA: proporciona acceso a los contenidos del material de apoyo de las asignaturas del plan de estudio, preguntas comunes y avisos importantes del programa.

c) Módulo de consulta: despliega la información sobre el plan de estudios 22 y 33, enlista asesores y genera formatos en PDF.

En la Figura 1 se muestran los casos de uso atendidos por los módulos desarrollados para el proyecto.

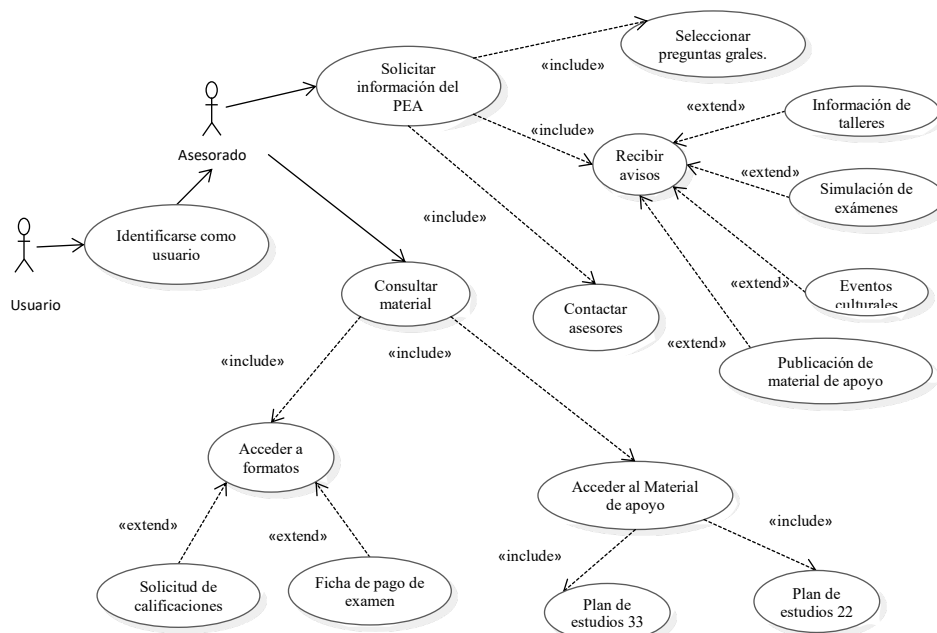


Figura 1. Diagrama UML de casos de uso del proyecto.

Por su parte, el modelo de navegación de la aplicación *Android* se basa en dos componentes clave: fragmentos principales y acciones. Los fragmentos principales son las pantallas fundamentales de la aplicación, mientras que las acciones son rutas definidas que los usuarios pueden seguir para navegar entre fragmentos.

Los fragmentos principales sirven como puntos de partida para las interacciones de los usuarios. Por ejemplo, la pantalla de inicio es el punto de partida para explorar las diferentes secciones de la aplicación.

Las acciones brindan a los usuarios flexibilidad para personalizar su experiencia. Por ejemplo, desde la pantalla de "Preguntas Frecuentes", los usuarios pueden elegir explorar información sobre exámenes o su desempeño académico. También son útiles para los estudiantes, ya que les permiten explorar materias según su plan de estudios y acceder a módulos específicos. Además, conectan áreas clave de la aplicación para una navegación fluida.

El modelo de navegación incluye la posibilidad de acceder a un mapa de *Google Maps* relacionado con la ubicación de los exámenes. Esto es especialmente útil para los estudiantes que necesitan orientación para llegar a sus lugares de examen. En resumen, este modelo de navegación mejora la usabilidad de la aplicación, permitiendo a los usuarios explorar fácilmente sus contenidos y recursos.

En la Figura 2 se muestra un fragmento del modelo de navegación de la aplicación, sobre los planes de estudio.

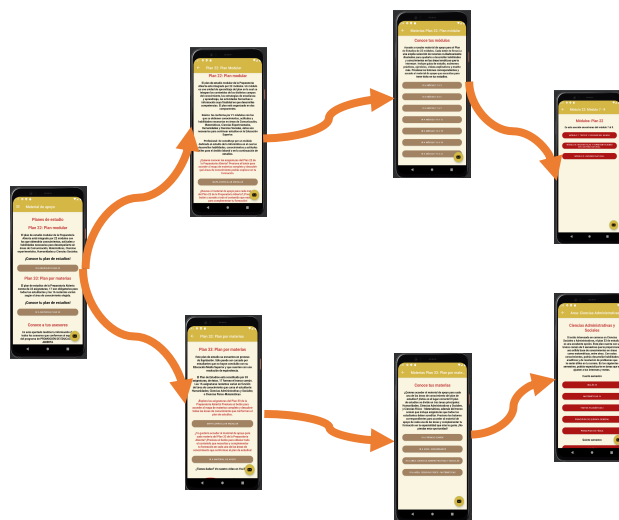


Figura 2. Fragmento del modelo de navegación de la aplicación (planes de estudio).

La metodología elegida para el proyecto fue *Scrum* debido a su capacidad probada para gestionar proyectos de desarrollo de software de manera ágil y eficiente [13]-[15]. *Scrum* es un marco de trabajo que se basa en la iteración y la colaboración constante entre el desarrollador y la responsable del programa. Esto tiene varias ventajas que lo hacen adecuado para el desarrollo de la aplicación PEA:

- a. Flexibilidad para Cambios: en un entorno educativo en constante evolución, es crucial poder adaptarse a cambios en los requisitos o en las necesidades de las personas usuarias. *Scrum* permite incorporar cambios de manera efectiva durante el proceso de desarrollo. La adaptación de *Scrum* se enfocó en los cambios de los requisitos o las necesidades de las personas usuarias, con una comunicación constante con la responsable del programa PEA. Esto permitió la incorporación de dichos cambios a medida que se desarrollaba la aplicación.
- b. Entrega Continua: *Scrum* se centra en la entrega de incrementos funcionales en intervalos cortos y regulares, llamados *sprints*. Esto significa que las personas usuarias pueden obtener características y mejoras de manera constante, lo que es beneficioso en un proyecto educativo donde se pueden requerir actualizaciones frecuentes.
- c. Colaboración Activa: *Scrum* fomenta la colaboración continua entre desarrollador y responsable o persona usuaria. En el contexto de una aplicación educativa como PEA, esto permitió una comunicación fluida entre desarrollador, responsable y estudiantes y, por ende, una comprensión de las necesidades y objetivos del proyecto.
- d. Enfoque en el Valor para el Usuario: *Scrum* se centra en entregar el máximo valor posible a la persona usuaria en cada iteración. Para una aplicación educativa, esto significa que se pueden priorizar las características y mejoras que benefician directamente a los asesorados del programa PEA. La adaptación de *Scrum* se centró en priorizar las características y mejoras que brindarían el máximo valor a las personas asesoradas del programa PEA. Esto garantizó que cada iteración del desarrollo se enfocará en lo que realmente importaba para los usuarios finales. Esto respetando, en todo momento, el cronograma de actividades que se planteó de 11 semanas para el desarrollo de la aplicación.

La capacidad de *Scrum* para gestionar proyectos de manera adaptable permitió entregar resultados continuos y fomentar la colaboración activa entre el desarrollador y los usuarios. Esto fue esencial para asegurar que la aplicación PEA se adaptara a las cambiantes necesidades educativas y brindara un alto valor a las personas usuarias.

4.1 Módulo de Interfaz de la Persona Usuaria

Este módulo actúa como un puente de comunicación entre las personas asesoradas y el sistema programado en la aplicación del PEA. Incluye la función de inicio de sesión segura validando el acceso a través de las credenciales del PEA mediante un nombre general y su contraseña que identifica a las personas como usuarias de la aplicación del PEA. Esto se observa en las Figuras 3 y 4. Una vez realizada la identificación, el módulo permite que cada estudiante pueda acceder, de manera concentrada, a todos los materiales necesarios para continuar con sus estudios de manera remota y asíncrona. Estas características con una identificación segura fueron cruciales para lograr la adaptación del PEA a la modalidad exclusivamente a distancia. Modalidad que no se tenía antes de la pandemia.



Figura 3. Inicio de sesión.

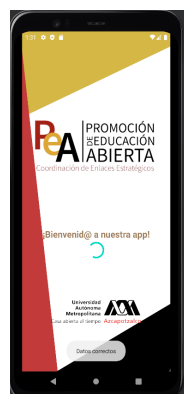


Figura 4. Mensaje de Bienvenida.

4.1.1 Navegación en la aplicación

La navegación es sencilla e intuitiva con un menú desplegable que proporciona acceso a diversas secciones, como "Inicio y Avisos", "Material de apoyo", "Formatos", "Preguntas frecuentes" y "Contacto". Esta estructura facilita la búsqueda de información y herramientas útiles para las personas usuarias. Como se observa en la Figura 5.

También se incorpora un botón de correo con un icono de sobre en la parte inferior derecha de la pantalla. Este botón permite a quien está interactuando con la aplicación enviar correos electrónicos directamente a la persona responsable del programa en cualquier momento. Como se muestra en la Figura 6.

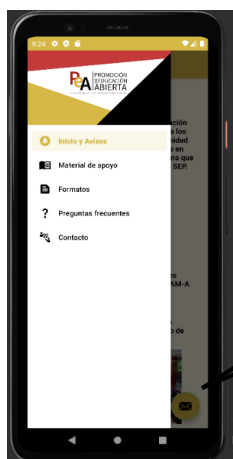


Figura 5. Navegación de la aplicación.



Figura 6. Botón de correo.

4.3 Diseño del Módulo de información del programa PEA

Este módulo resolvió, por un lado, el problema de la dispersión del material que las personas podían acceder a través de varias páginas *web*; por otro lado, las notificaciones sobre todo tipo de trámite necesario, exámenes o respuesta a dudas sobre el programa. La atención a todos estos pormenores se hacía a través de distintas páginas y presencialmente en el centro de asesorías; lo cual ya no fue posible durante la pandemia. Por esta razón, integrar estos materiales en este módulo de la aplicación del PEA, significó la continuidad del programa con la flexibilidad de adaptarse al ritmo de cada estudiante, debido a la disponibilidad remota y asíncrona.

Específicamente se optó por enfocarse en proporcionar respuestas a preguntas comunes de las personas asesoradas y en ofrecer información sobre eventos importantes del programa, como talleres, exámenes de simulación y eventos culturales. Esto se dividió en tres secciones principales: "Inicio y Avisos", "Preguntas frecuentes" y "Contacto".

La sección "Inicio y Avisos" incluye información sobre los objetivos y beneficios del programa, así como requisitos de inscripción. También proporciona acceso a información actualizada sobre talleres, exámenes de simulación y eventos culturales a través de las redes sociales. Como se observa en la Figura 7.

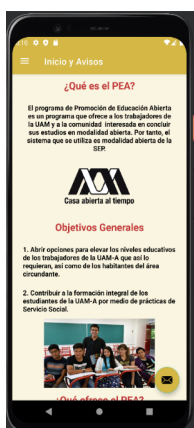


Figura 7. Primera parte de la sección de Inicio y Avisos.

La sección "Preguntas frecuentes" se divide en cuatro categorías: plan de estudios, estructura y duración del programa, desempeño académico y oportunidades posteriores, y, exámenes. Cada categoría responde a preguntas comunes, como detalles sobre el plan de estudios, estructura del programa, consecuencias académicas, y requisitos para los exámenes. Esto se observa en la Figura 8. Además, se incluyeron botones de acceso a Google Maps para facilitar la ubicación de las sedes de los exámenes. Como se observa en la Figura 9.

La sección "Contacto" que enlaza a las redes sociales del programa para una comunicación efectiva se muestra en la Figura 10.

El diseño visual se basó en una paleta de colores coherente con la identidad visual del programa PEA y fuentes legibles. Se utilizaron imágenes representativas para mejorar la comprensión de la información.

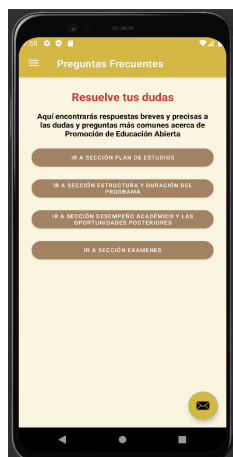


Figura 8. Sección Preguntas Frecuentes.

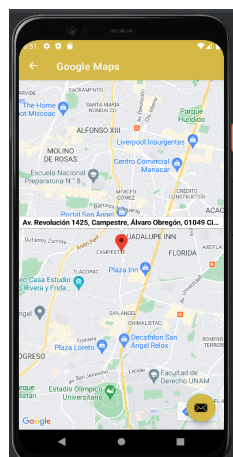


Figura 9. Google Maps integrado en app [16].



Figura 10. Sección Contacto.

Los iconos representativos de las redes pertenecen a las respectivas marcas registradas *facebook*, *twitter*, *youtube*, *instagram* y *tiktok*.

4.4 Diseño de Módulo de consulta

Este módulo resolvió la disponibilidad, en el mismo lugar, de los planes de estudio; así como el contacto con las personas tutoras o asesoras del programa (en constante cambio) y el acceso al llenado de formatos para realizar trámites ante la SEP o algún otro trámite interno. Anteriormente, tanto las asesorías como el llenado de formatos para cualquier trámite se hacían de manera presencial; lo cual ya no fue posible durante la pandemia. Con este módulo se permitió mantener la atención de estos servicios, de manera remota y asíncrona, para dar mayor flexibilidad acorde con el ritmo de cada estudiante del PEA.

Particularmente, se centró en proporcionar a las personas usuarias acceso a información actualizada y documentos relevantes de manera eficiente. En lugar de listar a las personas que proporcionan las asesorías en el módulo de consulta, se proporcionó un enlace a un blog actualizado con los nombres y descripciones de cada una de ellas. Esto se hizo para adaptarse a los cambios frecuentes en la lista de las personas que asesoran y garantizar que cada estudiante siempre tenga la información precisa. Como se muestra en la Figura 11.

El módulo de consulta se estructuró en dos secciones principales: "Material de Apoyo" y "Formatos". La sección "Material de Apoyo" permite a la persona usuaria acceder a la información detallada sobre cada materia de los planes de estudio 22 y 33, como se muestra en las Figuras 12 y 13, respectivamente. Con botones para las materias y mapas curriculares correspondientes.



Figura 11. Contacto asesores.

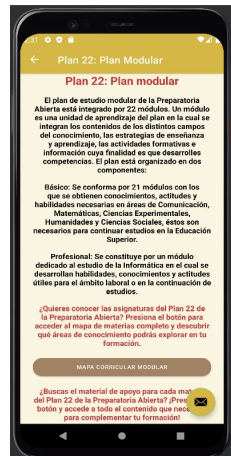


Figura 12. Plan de estudio 22.

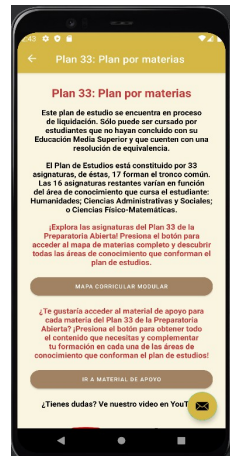


Figura 13. Plan de estudio 33.

En la sección "Formatos", se proporcionan botones para acceder a formularios y trámites comunes. Por ejemplo, el "Formato de historial académico" se presenta con un QR o enlace, mientras que el "Formato de examen" se encuentra en un drive para su descarga o edición. Como se observa en la Figura 14.

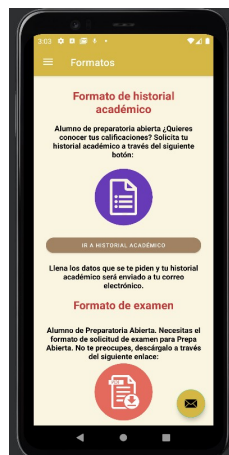


Figura 14. Sección Formatos.

5 Resultados de la aplicación del PEA

La aplicación permitió concentrar todo tipo de servicios que se atendían, o bien, a través de diversas páginas web o de manera presencial. Y lo más importante, que estaban disponibles en todo momento (forma asíncrona) y de manera remota.

En el proceso de diseño e implementación de la interfaz se lograron resultados significativos ya que se creó una minimalista y sencilla, mejorando la usabilidad de la aplicación y facilitando el proceso de inicio de sesión.

El módulo de información del programa PEA al dividirse en tres secciones principales: "Inicio y Avisos", "Preguntas frecuentes" y "Contacto" para facilitar la comunicación, permitieron una organización eficiente de la información y la eliminación de redundancias mejorando la experiencia de la persona usuaria.

El módulo de consulta se observa en la Figura 15 y se diseñó para proporcionar acceso rápido y sencillo a la información sobre asesores, materiales de apoyo y formularios necesarios. Se resolvió un problema al proporcionar un enlace a un *blog* actualizado en lugar de una lista estática de asesores. La funcionalidad del botón "Ir a historial académico" de la sección "Formatos" se puede observar en las Figura 16.

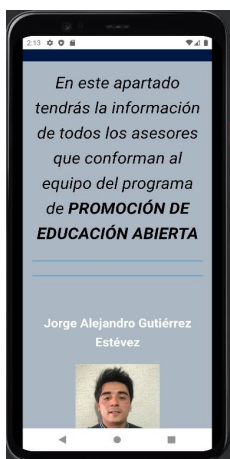


Figura 15. Conoce a tus asesores.



Figura 16. Historial académico QR.

En conjunto, estos módulos mejoran la usabilidad de la aplicación y proporcionan a la persona usuaria una herramienta valiosa para obtener información y resolver preguntas de manera efectiva. El diseño e implementación exitosos de estos módulos reflejan un enfoque centrado en la persona usuaria.

Hasta el momento no se han obtenido estadísticas de uso de la aplicación porque después de finalizada la colaboración con el PEA, el programa cambió de responsable y ya no se tuvo acceso a los datos de la aplicación. Sin embargo, la aplicación puede ser suficiente para la continuidad de los estudios de cada persona usuaria del PEA en modalidad remota; sin necesidad de realizar actividades presenciales, porque logra concentrar todo lo necesario para llevar a cabo cualquiera de las actividades necesarias que el PEA resolvía, anteriormente, de manera totalmente presencial y que ahora, en cambio, lo ofrece en cualquiera de sus dos modalidades.

6 Conclusiones y Trabajo Futuro

El proceso de diseño e implementación de la interfaz de usuario para la aplicación del programa PEA ha resultado en una herramienta efectiva y fácil de usar para la persona que interactúa con ella. La interfaz minimalista y la organización clara de la información mejoran la experiencia de la persona que la utiliza, mientras que los módulos de información y consulta brindan acceso rápido y sencillo a datos esenciales y recursos necesarios.

En consecuencia, este proyecto demuestra su capacidad para diseñar e implementar soluciones tecnológicas que pueden ser de gran ayuda para la comunidad educativa. Se espera que la aplicación mejore la experiencia académica de los asesorados del PEA, brindándoles acceso fácil y rápido a la información del programa. El beneficio inmediato para cada una de las personas usuarias del PEA es tener concentradas, en una sola aplicación, todas las actividades disponibles de manera asíncrona y remota; mismas que anteriormente sólo algunas se realizaban de manera remota y otras eran necesariamente de manera presencial. Esta característica contribuye a la flexibilidad del PEA para adaptarse al ritmo y modo de cualquier persona inscrita en el programa.

En futuras etapas del proyecto, se tiene la intención de aplicar un cuestionario a los estudiantes del programa PEA para evaluar su experiencia de usuario con la aplicación móvil diseñada. Esto nos permitirá identificar posibles áreas de mejora y garantizar que la aplicación siga siendo útil y de fácil uso para los asesorados del PEA. Además, estamos explorando la posibilidad de integrar una API de *ChatGPT* en la aplicación, lo que permitiría a cada estudiante obtener respuestas instantáneas a sus preguntas, mejorando así la eficiencia y la capacidad de respuesta de la aplicación.

Agradecimientos.

Este trabajo se desarrolló como parte del proyecto de integración de Cesar Isaac Cruz Morales de la Licenciatura en Ingeniería en Computación de la Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco [17]. Los autores reconocen el apoyo y motivación de la Lic. María Cristina Ávila Cortés (responsable del PEA) para abordar la problemática del programa originada por la pandemia. Así mismo se reconoce a la División de CBI de

la misma universidad, por el apoyo otorgado, a través de la responsable del PEA, para acceder a la información del programa.

Referencias

- [1] T. V. Ark, “5 Changes, 5 Shifts, and 5 Implications for What’s Next in Education”, *Educational Leadership (ASCD)*, vol. 79, no. 1, pp. 32–38. Sep., 2021. [On line]. Available: <https://www.ascd.org/el/articles/5-changes-shifts-and-implications-for-whats-next-in-education>
- [2] M. Mena Roa, “El mapa mundial de Android e iOS”, *Statista*. Mar., 2023. [En línea]. <https://es.statista.com/grafico/29620/sistema-operativo-movil-con-la-mayor-cuota-de-mercado-por-pais/> (Recuperado el 29/09/2023).
- [3] Android Developers. “What is Android?” Android.com. <https://developer.android.com/guide/platform/> (Retrieved Feb. 18, 2023).
- [4] Android Developers. “Android Studio”. Android.com. <https://developer.android.com/studio> (Retrieved Feb. 18, 2023).
- [5] Android Developers. “Components”. Android.com. <https://developer.android.com/guide/components/> (Retrieved Feb. 18, 2023).
- [6] Google, “Google Play Console”. Google.com. <https://play.google.com/console/> (Retrieved Feb. 18, 2023).
- [7] Hernández, B. C. y Soto, Y. G. O., “Aplicación móvil para la consulta de información escolar para asesores y educandos del instituto nacional de educación para los adultos (AMINEA)”. Proyecto terminal, División de CBI, UAM-Azcapotzalco, Ciudad de México, 2018.
- [8] Romero, E. R. S. y Rodríguez, E. B., “Sistema de gestión escolar en Android”, Proyecto terminal, División de CBI, UAM-Azcapotzalco, Ciudad de México, 2013.
- [9] Vázquez, V. E. B., “Aplicación móvil para apoyar al alumno en su vida universitaria”, Proyecto terminal, División de CBI, UAM-Azcapotzalco, Ciudad de México, 2016.
- [10] Moofwd. “Conexión UVM (Version 3.0.5)”. [Aplicación móvil]. [En línea]. Disponible: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.moofwd.uvm&hl=e%20s_MX&gl=US
- [11] F. E. S. Acatlán. “Grupo de trabajo para adultos”, 2020. [En línea]. Disponible: <https://suayed.acatlan.unam.mx/ea.html>
- [12] UAM. (2015). App UAM. [En línea]. Disponible: <https://www.uam.mx/appuam/index.html>
- [13] M. Mulder, M. Van Vliet. “Case study: Distributed Scrum Project for Dutch Railways. Consultado”, *InfoQ*. Aug., 2008. <https://www.infoq.com/articles/dutch-railway-scrum/> (Recuperado el 29/09/2023).
- [14] P. Elwer. “Agile Project Development at Intel: A Scrum Odyssey”, Intel Corporation. <https://scrumtrainingseries.com/Intel-case-study.pdf> (Recuperado el 29/09/2023).
- [15] Scrum Alliance, “Case Study: Mayden’s Transformation from Waterfall to Scrum”. Scrum Alliance.org. <https://resources.scrumalliance.org/Article/case-study-maydens-transformation-waterfall-scrum> (Recuperado el 29/09/2023).
- [16] Google. [imagen de Google Maps indicando la ubicación de la sede de los exámenes del PEA]. (Recuperada el 18 de febrero de 2023).
- [17] Cruz Morales, C. I., “Aplicación móvil de apoyo para estudiantes del programa de Promoción de Educación Abierta (PEA)”, [Proyecto tecnológico de la Licenciatura en Ingeniería en Computación], División de CBI, UAM – Azcapotzalco. 2023.

POLÍTICA EDITORIAL

CINTILLO LEGAL

Tecnología Educativa Revista CONAIC, es una publicación cuatrimestral editada por el Consejo Nacional de Acreditación en Informática y Computación A.C. – CONAIC, calle Porfirio Díaz, 140 Poniente, Col. Nochebuena, Delegación Benito Juárez, C.P. 03720, Tel. 01 (55) 5615-7489, <https://www.terc.mx/>, editorial@conaic.net. Editores responsables: Dra. Alma Rosa García Gaona y Dr. Francisco Javier Álvarez Rodríguez. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2016-111817494300-203, ISSN: 2395-9061, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Su objetivo principal es la divulgación del quehacer académico de la investigación y las prácticas docentes inmersas en la informática y la computación, así como las diversas vertientes de la tecnología educativa desde la perspectiva de la informática y el cómputo, en la que participan investigadores y académicos latinoamericanos.

Enfatiza y declara expresamente la publicación de artículos de investigaciones con exigencia en la originalidad con carácter inédito y arbitrado.

Al menos el 60% del contenido de la publicación tiene carácter de investigación original dentro del ámbito científico y académico en el área de la tecnología educativa en torno a la ingeniería de la computación y la informática.

Toda publicación firmada es responsabilidad del autor que la presenta, los cuales son ajenos a la entidad editora y no reflejan necesariamente el criterio de la revista a menos que se especifique lo contrario.

Se permite la reproducción de los artículos con la referencia del autor y fuente respectiva.

ÁREAS TEMÁTICAS

Las áreas temáticas que incluyen la revista son:

1. Evaluación asistida por computadora.
2. Portales de e-learning y entornos virtuales de aprendizaje.
3. E-learning para apoyar a las comunidades e individuos.
4. Sitios de transacciones de e-learning.
5. Tópicos de enseñanza de la computación.
6. E-universidades y otros sistemas de TIC habilitando el aprendizaje y la enseñanza.
7. Sistemas de gestión para contenidos de aprendizaje.
8. Procesos de acreditación para programas de tecnologías de información.
9. Estándares de META datos.
10. Nuevas asociaciones para ofrecer e-learning.
11. Temas especializados en e-learning.
12. Mejora continua en la calidad de programas de tecnologías de información.
13. La brecha digital.
14. Las tecnologías interactivas.
15. Las tecnologías inclusivas en la educación.
16. Otras áreas del conocimiento relacionadas.

NATURALEZA DE LAS APORTACIONES

Se aceptarán trabajos bajo las siguientes modalidades:

1. Artículos producto de investigaciones inéditas y de alto nivel.
2. Reportes de proyectos relacionados con las temáticas de la revista.

CARACTERÍSTICAS DE LA REVISIÓN

Los originales serán sometidos al siguiente proceso editorial:

- a) El equipo editorial revisará los trabajos para que cumplan con los criterios formales y temáticos de la revista. Aquellos escritos que no se adecúen a la temática de la revista y/o a las normas para autores no serán enviados a los evaluadores externos. En estos casos se notificará a los autores para que adapten su presentación a estos requisitos.
- b) Una vez establecido que los artículos cumplen con los requisitos temáticos y formales, serán enviados a dos (2) pares académicos externos de destacada trayectoria en el área temática de la revista, quienes dictaminarán:
 - i. Publicar el artículo tal y como se presenta,
 - ii. Publicar el artículo siempre y cuando realicen las modificaciones sugeridas, y
 - iii. Rechazar el artículo.

En caso de discrepancia entre los dictámenes, se pedirá la opinión de un tercer par cuya decisión definirá el resultado. Así mismo, cuando se soliciten modificaciones, el autor tendrá un plazo determinado por el equipo editorial para realizarlas, quedando las mismas sujetas a revisión por parte de los pares que así las solicitaron.

c) El tiempo aproximado de evaluación de los artículos es de 30 días, a contar a partir de la fecha de confirmación de la recepción del mismo. Una vez finalizado el proceso de evaluación, el equipo editorial de la revista comunicará por correo electrónico la aceptación o no de los trabajos a los autores y le comunicará la fecha de publicación tentativa cuando corresponda.

d) Los resultados del proceso del dictamen académico serán inapelables en todos los casos.

FRECUENCIA DE PUBLICACIÓN

Tecnología Educativa Revista CONAIC publicó dos números anuales y un número especial hasta diciembre 2015, a partir de 2016 se emiten tres números anuales, manteniendo una periodicidad cuatrimestral.

ACCESO ABIERTO

Tecnología Educativa Revista CONAIC siempre ha brindado sus artículos a través de Internet sin ningún tipo de restricción. Por esta razón, no realiza cobro alguno por el envío de artículos ni por su publicación.

Tecnología Educativa Revista CONAIC se adhiere a la Iniciativa de Budapest para el Acceso Abierto a partir del 2014, por lo cual “permite a cualquier usuario leer, descargar, copiar, distribuir, imprimir, buscar o añadir un enlace al texto completo de artículos, rastrearlos para su indización, incorporarlos como datos en un software, o utilizarlos para cualquier otro propósito que sea legal, sin barreras financieras, legales o técnicas, aparte de las que son inseparables del acceso mismo a la Internet” (<http://www.budapestopenaccessinitiative.org/translations/spanish-translation>).

Fortaleciendo la política de acceso abierto, Tecnología Educativa Revista CONAIC se publica bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0), la cual permite compartir (copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato) y adaptar (remezclar, transformar y crear a partir del material), bajo la condición de que se den los créditos correspondientes y no se haga uso comercial de los materiales (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es>).

INDEXACIONES

Sistemas de Indexación:

- Google Académico
- Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal – LATINDEX

Directorios:

- Directory of Open Access Journals - DOAJ
- Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico - REDIB

Identificadores:

- DOI – Crossref Content Registration