

PREDIAPP

Plataforma tecnológica para la prevención y control de diabetes por medio de Inteligencia Artificial

E. M. Landa Huerta¹, M.R. Zarate Nava², A. Ruiz Nepomuceno³, E. Leza Caballero⁴, A. J. Montalvo Trejo⁵,

¹Departamento de Tecnologías de la Información y Comunicación, Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, Av. Universidad No. 350, Carretera Federal Cuitláhuac – La Tinaja, Localidad Dos Caminos, CP. 94910, Cuitláhuac, Veracruz.

[1eva_20702@hotmail.com](mailto:eva_20702@hotmail.com), [2maria.zarate@utcv.edu.mx](mailto:maria.zarate@utcv.edu.mx), [314502@utcv.edu.mx](mailto:14502@utcv.edu.mx), [49410@utcv.edu.mx](mailto:9410@utcv.edu.mx), [514637@utcv.edu.mx](mailto:14637@utcv.edu.mx)

Área de participación: Ingeniería en Sistemas Computacionales

Resumen

Uno de cada tres adultos en México padece obesidad, siendo esta razón uno de los factores principales por los que se origina la diabetes, ubicando al país en el primer puesto a nivel mundial en obesidad y en el noveno en cuestión de diabetes. Esta enfermedad suma más de 98 mil muertes al año en México y cada año incrementa; de acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT), los porcentajes de mexicanos que padecen obesidad y diabetes aumentaron entre los años 2012 y 2018, pasando del 71.3% a 75.2% para adultos mayores de 20 años con obesidad, y de 9.2% a 10.3% en diabetes. La propuesta define el desarrollo de una plataforma tecnológica de prevención y control de la diabetes por medio de Inteligencia Artificial (PREDIAPP) que, con base a las respuestas de un test, analizará los antecedentes del paciente, mostrando su estado actual.

Palabras Claves: Reducir, Prevención, Control, Diabetes.

Abstract

One in three adults in Mexico is obese, this reason this reason being one of the main factors that causes diabetes placing the country at the top in the world and in the ninth in terms of diabetes. This disease totals more than 98 thousand deaths a year in Mexico and each year increases, according to the National Health and Nutrition Survey (ENSANUT), the percentages of Mexicans suffering from obesity and diabetes, increased between 2012 and 2018, from 71.3% to 75.2% for adults over 20 years of age with obesity, and from 9.2% to 10.3% in diabetes. The proposal defines the development of a technological platform for the prevention and control of diabetes through Artificial Intelligence (PREDIAPP) that, based on the responses of a test, will analyze the patient's record and show their current status.

Key words: Reduce, Prevention, Control, Diabetes.

Introducción

Actualmente, uno de cada tres adultos en México padece obesidad, definida como una acumulación anormal o excesiva de grasa que es perjudicial para la salud [3], ubicando a México en el primer puesto a nivel mundial en obesidad infantil y el segundo en obesidad de adultos [1], siendo un 73% de los mexicanos quien la padece y uno de los factores principales por lo que se origina la diabetes en las personas. La diabetes es una enfermedad crónica que aparece cuando el páncreas no produce suficiente insulina o cuando el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce [4], reduciendo la esperanza de vida en México en más de 4 años durante los próximos 30 años [5]. Existen cuatro tipos de diabetes, el tipo 1, llamada infantil, la sufre un 10% de la población, la diabetes tipo 2, es el tipo de esta enfermedad más común y es la más peligrosa, pero si es detectada a tiempo, su porcentaje de ser reversible es alto y más del 90% de la población la padece, la tipo 3, llamada gestacional (puede ocurrir durante el embarazo) y la tipo 4 llamada secundaria se presenta a consecuencia de enfermedades como: Acromegalia, síndrome de Cushing e hipertiroidismo[6].

Por lo anterior, el desarrollo de una “*Plataforma tecnológica para la prevención y control de diabetes por medio de Inteligencia Artificial*” ayudará a crear consciencia en las personas, a tener buenos hábitos alimenticios promoviendo una mejor calidad de vida. Prevenir casos de diabetes en niños, adolescentes y adultos ayudará a reducir la tasa de mortalidad prematura por enfermedades no transmisibles, dado que dicha enfermedad es la segunda causa de muerte del país. La plataforma también podrá ser tomada como una solución para aquellas personas que no cuentan con los recursos para realizarse un examen de diabetes con un costo de por medio o un apoyo para las personas que tienen la posibilidad de tener diabetes, evitando la necesidad de tener que ir de primera instancia a un consultorio, hospital, farmacia, entre otros.

Metodología

La metodología denominada “Proceso Unificado Racional (RUP, por sus siglas en inglés, Rational Unified Process), es la más apropiada para el tipo de proyecto y se implementó dado que proporciona una solución a las tareas y responsabilidades dentro de una organización o equipos de desarrollo de software, y brinda una puntual señalización de la responsabilidad que tiene un rol a lo largo del desarrollo del proyecto, permitiendo que la organización y la calidad, tanto del equipo como del producto, mejoren considerablemente.

La metodología RUP consta de 4 fases, las cuales son incepción, elaboración, construcción y transición, además se adaptaron las siguientes disciplinas: modelado del negocio, requerimientos, análisis y diseño, implementación, pruebas, despliegue, administración de proyectos y ambiente. En cada una de las fases de la metodología, se definirá su proceso, entregables generados y recomendaciones para la siguiente fase.

Incepción

Es la primera fase de la metodología RUP, y durante su ejecución se realizaron las investigaciones necesarias para entender la enfermedad (la diabetes), para conocer las causas que la provocan, los tipos de tratamientos y formas de control, que corresponden a la disciplina de modelado del negocio. Además, se realizó la revisión del estado del arte para identificar las características, ventajas y desventajas de los trabajos relacionados y proponer mejoras a la propuesta de PREDIAPP.

Se identificó un proyecto de “Diseño de un prototipo web interactivo basado en técnicas de Aprendizaje automático y razonamiento probabilístico para pronosticar mediante los factores de riesgo la enfermedad de la diabetes” [7] el cual fue realizado en el 2019 en Ecuador, enfocado en la diabetes tipo 2 y solo para el uso de expertos en esta enfermedad, dado que requiere de datos muy precisos de los pacientes para realizar la predicción. Este proyecto fue realizado mediante distintas herramientas como Machine Learning (“Aprendizaje automático”), Python, Django (Framework basado en Python), Pycharm Professional, SQLite, HTML, CSS, Bootstrap, SPSS y Meta-análisis, implementado en un prototipo web y de manera local, a lo cual se debe destacar que PREDIAPP tiene una arquitectura más sencilla, siendo multiplataforma, será disponible en la red y estará enfocada para que los especialistas y pacientes puedan manejarla.

También se investigó sobre el proyecto “Construcción de un modelo de predicción para apoyo al diagnóstico de diabetes” [8] realizado en México en el 2018 que al igual que el anterior caso, usa datos mas precisos como la glucosa y presión sanguínea. Dicho proyecto utilizó software como Weka para la minería de datos y BigML para la predicción, basándose en datos de 768 pacientes. No se encontró información sobre si fue implementado, debido a que no existe referencia alguna de ello ni muestras de la interfaz. Esto supone una gran ventaja para PREDIAPP en el país, dado que cuenta con una interfaz web, su propia API (Interfaz de Programación de Aplicaciones), árbol de decisión e IA (Inteligencia Artificial) para obtener la probabilidad de padecimiento y una base de datos con 10,000 registros de pacientes.

Elaboración

En la ejecución de la segunda fase de RUP se empezó a crear la parte estructural de la plataforma, realizando los casos de uso del sistema, como se aprecia en la ilustración 1 y diagramas que detallan el comportamiento del software. La arquitectura de la plataforma es limpia y sencilla, en comparación con otras plataformas similares, dado que se basa en una plataforma gráfica donde el usuario podrá realizar su test, como se muestra en la ilustración 2. El test se encuentra basado en análisis médicos, que los doctores y diferentes investigadores han

implementando para diagnosticar una persona con diabetes. El cuestionario está conformado por criterios importantes como lo son patrones de herencia, actividad física y estilo de vida de la persona.

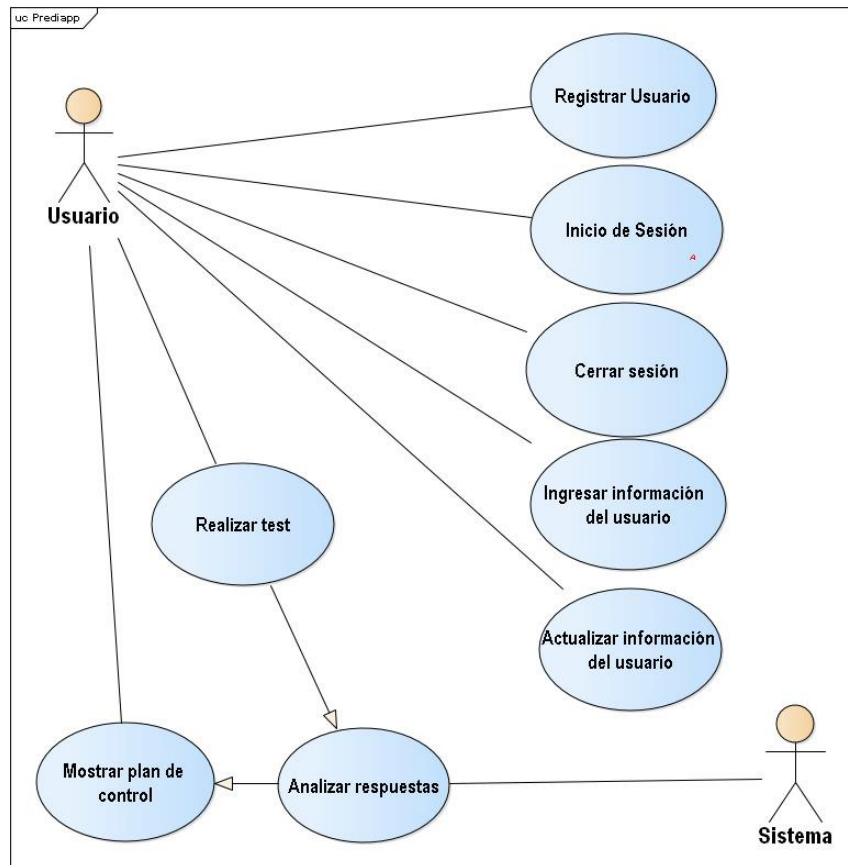


Ilustración 1 Casos de uso

Los datos que son ingresados a través del test, tendrán una conexión a la Interfaz de Programación de Aplicaciones (API, por sus siglas en inglés), y dicha información será manejada en un árbol de decisión, el cual se encargará de comparar los datos con un modelo entrenado (el modelo ha sido entrenado con los datos de personas que padecen diabetes o tienen familiares con esta enfermedad). Lo anterior permitirá a la inteligencia artificial (IA) marcar conductas de comportamiento que, a través de la API, permitan obtener la probabilidad de padecimiento de diabetes. Después será mostrado en la plataforma e internamente genera un aprendizaje automático a la inteligencia artificial de PREDIAPP. Entre más parecidos sean los registros y los datos ingresados se tiene una probabilidad mayor de que se pueda padecer el comportamiento que se tiene históricamente. En la ilustración 2 se muestra la arquitectura de la plataforma PREDIAPP y sus componentes se describen a continuación:

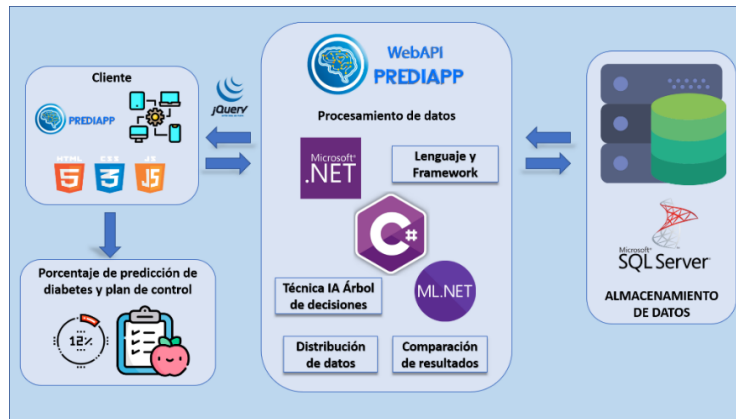


Ilustración 2 Arquitectura de software

Análisis de la arquitectura PREDIAPP

- **Almacenamiento de datos:** Es la base de datos donde se encontrarán almacenados los registros de los usuarios y los test que son utilizados para realizar la predicción de padecer diabetes.
- **Web API PREDIAPP:** Es un API REST que permite obtener y generar datos en la base de datos. El API permite acceder a la función principal de la plataforma, el módulo de Inteligencia Artificial, para obtener la predicción de padecer diabetes.
- **Cliente:** Conformado por una aplicación Web y una móvil, que permitirá a los usuarios finales crear su cuenta y realizar su test de probabilidad. Una vez realizado el test, la aplicación mostrará las respuestas que ingresó el usuario tanto como el porcentaje retornado del algoritmo. Todos los datos del usuario serán visualizados con la misma cuenta en las dos plataformas.

Construcción

La fase de construcción es una de las fases claves de RUP, se desarrolló la plataforma aplicando herramientas para la programación del entorno web, un administrador de base de datos y un servicio de hosting. Los lenguajes de programación seleccionados como los más apropiados fueron C# para programar el API así como la conexión a la base de datos, el árbol de decisión y Machine Learning (“Aprendizaje automático”), y lenguajes para desarrollo web como HTML5, JS y CSS para una visualización 100% gráfica a la página de PREDIAPP y así, ser alojada en el dominio para su difusión en los diferentes buscadores.

Transición

En esta fase se realizó el desarrollo e implementación de las pruebas de la plataforma, en donde dichas pruebas permiten probar la eficiencia de las aplicaciones en sus tiempos de respuesta, su funcionalidad en la comunicación con el API REST, la carga de datos y la visualización de resultados de la inteligencia artificial de la probabilidad de padecer diabetes.

Los distintos escenarios que han sido probados para comprobar la eficiencia de los componentes que se realizaron han dado resultados satisfactorios, por lo cual, para concluir con esta fase se elaborarán documentos que muestren las notas de versión de la plataforma, manuales del sistema, aplicación y evaluación del proyecto para verificar que el propósito ha sido alcanzado.

Resultados

Los resultados obtenidos hasta el momento de la redacción del artículo, son la creación del sitio Web y la aplicación móvil en donde el usuario a través del ingreso de datos básicos, obtiene un porcentaje de probabilidad de padecer diabetes.

Interfaz principal

En la página principal de la plataforma se muestran componentes básicos de la misma, como lo es su eslogan, los pasos a seguir para iniciar con el test, lo que se busca lograr con la implementación de la plataforma y módulos de “Acerca de”, “Contáctanos”, “Términos y condiciones”, “Preguntas frecuentes”, y por supuesto, el inicio de sesión.

Esta es la vista que permite al usuario navegar por todo el sitio, dependiendo lo que desee realizar.

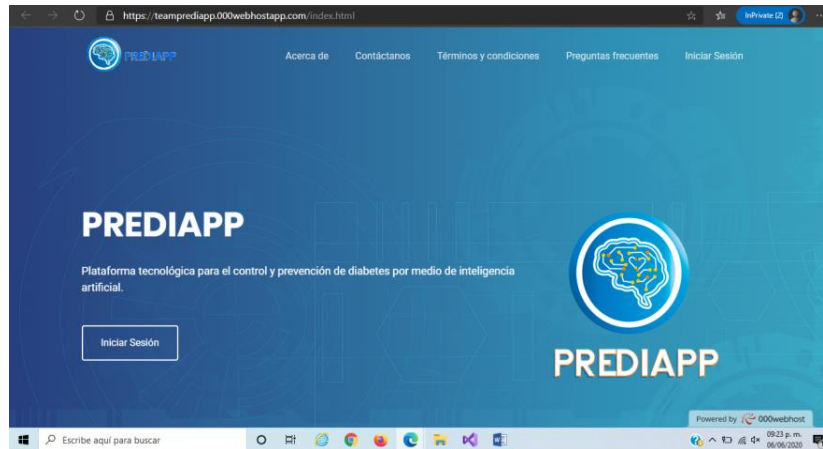


Ilustración 3 Página principal

Interfaz del usuario

Se realizó una interfaz de usuario adecuada para el tipo de proyecto que se desarrolló. Esta misma fue diseñada para que el usuario interactúe con pantallas amigables, fáciles y sencillas de utilizar. La página cuenta con el logo de la aplicación, así como los componentes con colores relacionados al mismo antes mencionado.

El usuario inicia sesión por medio de su cuenta de Facebook o por medio de un registro con correo electrónico.

Interfaz del software

La base de datos se relaciona con la plataforma SQL Server, debido a que se almacenarán los datos ingresados y de los usuarios que inicien sesión, así como de la información recabada que ayudará a realizar el análisis de los datos, y también estará relacionada con el API REST que se desarrolló en el lenguaje de programación C#.

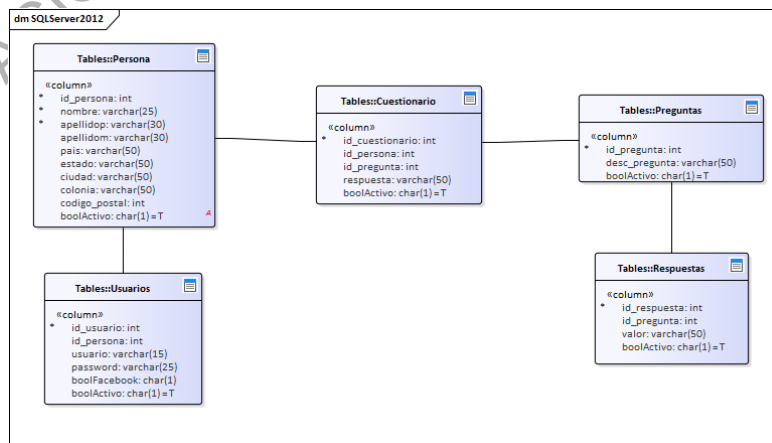
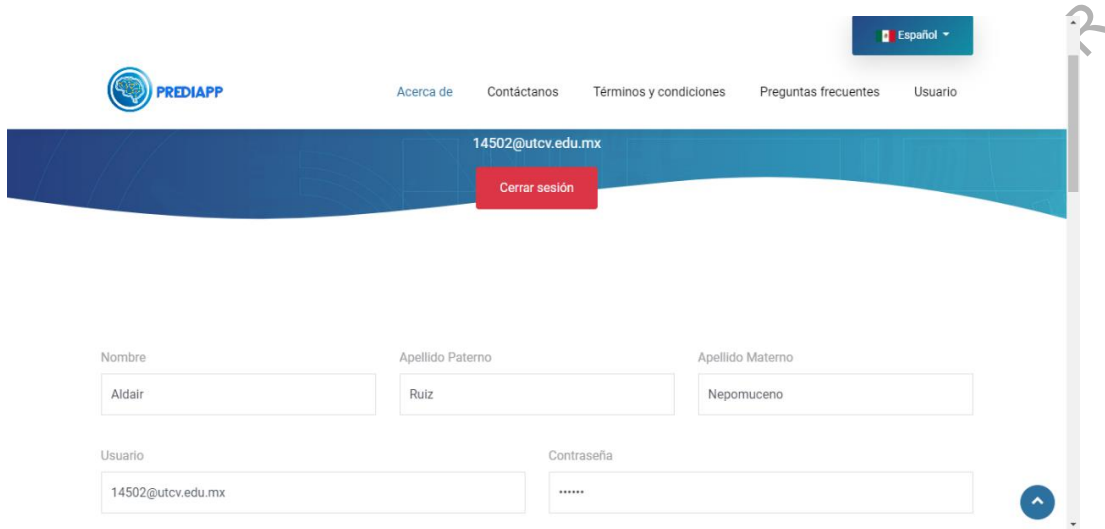


Ilustración 4 Estructura de la base de datos

Interfaz de comunicación

La página se comunica con la base de datos por medio de un API REST la cual es el intermediario para transferir los datos entre estos dos puntos, por lo cual, no existirá comunicación con otro sistema y con otros componentes que no pertenezcan a la plataforma.

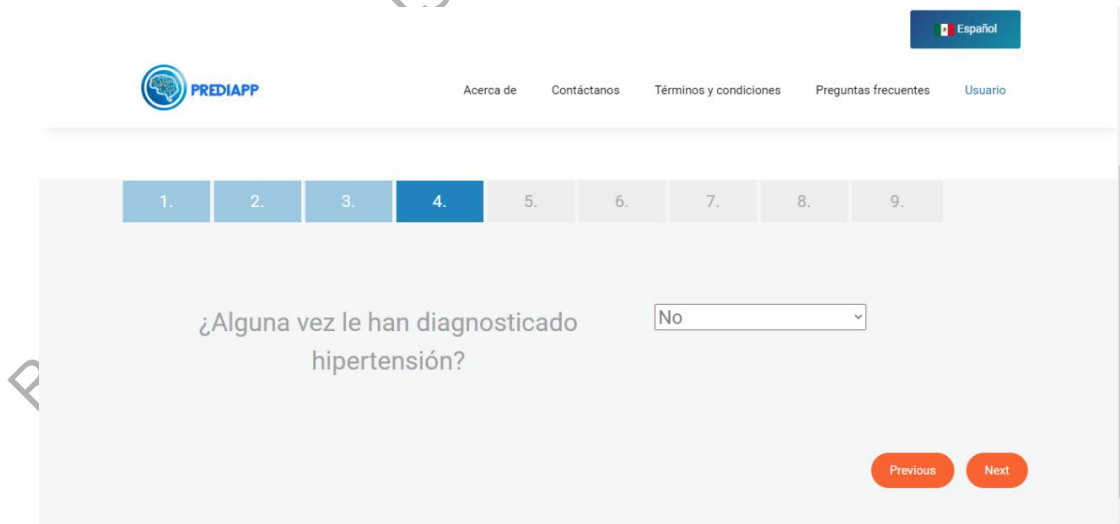
El cliente se comunica con el Web API para obtener las credenciales del inicio de sesión del usuario y en caso de ser exitosa la respuesta, redireccionará a la página del usuario donde cargará sus datos como se muestra en la Ilustración 5.



The screenshot shows the user profile page of the PREDIAPP system. At the top right, there is a language selector set to 'Español'. The navigation menu includes 'Acerca de', 'Contáctanos', 'Términos y condiciones', 'Preguntas frecuentes', and 'Usuario'. The user's email address '14502@utcv.edu.mx' is displayed, with a 'Cerrar sesión' (Log out) button next to it. Below this, there are input fields for 'Nombre' (Aldair), 'Apellido Paterno' (Ruiz), and 'Apellido Materno' (Nepomuceno). At the bottom, there are fields for 'Usuario' (14502@utcv.edu.mx) and 'Contraseña' (masked with dots). A blue arrow button is located at the bottom right of the form area.

Ilustración 5 Página de usuario

De la misma manera el cliente al haber creado el usuario validará que haya realizado el test, y en dado caso de contar con uno ya culminado, se mostrará el porcentaje de probabilidad de padecer diabetes representado en la Ilustración 6 y 7.



The screenshot shows a test question page in the PREDIAPP system. At the top right, there is a language selector set to 'Español'. The navigation menu includes 'Acerca de', 'Contáctanos', 'Términos y condiciones', 'Preguntas frecuentes', and 'Usuario'. Below the navigation, there is a progress indicator with nine numbered steps, where step 4 is currently selected. The main question is '¿Alguna vez le han diagnosticado hipertensión?' (Have you ever been diagnosed with hypertension?). The answer is 'No' in a dropdown menu. At the bottom right, there are 'Previous' and 'Next' buttons.

Ilustración 6 Preguntas del Test

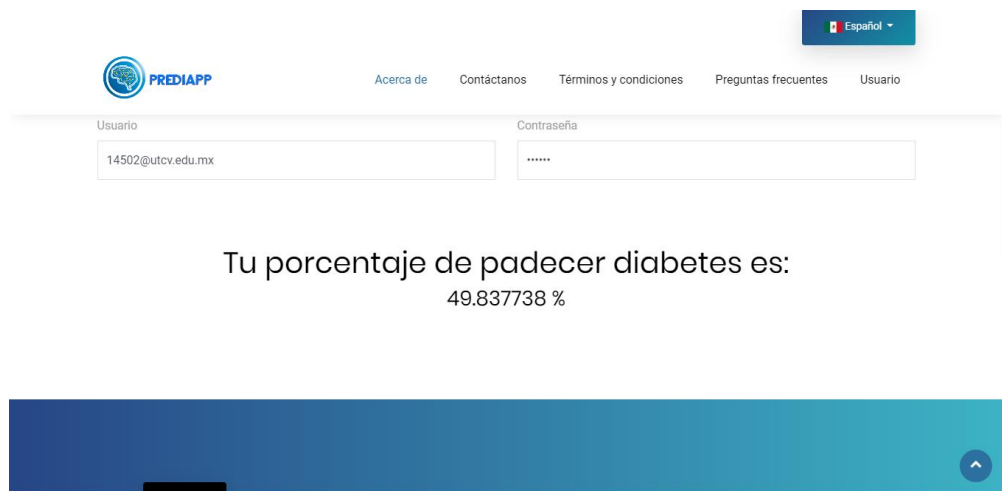


Ilustración 7 Porcentaje del usuario

Por último, muestra las respuestas que el usuario ingresó en el test en forma de una tabla y contará con un botón de editar por si el usuario desea cambiar sus respuestas.

The screenshot shows the PREDIAPP website interface displaying a table of test results. At the top right, there is a language dropdown menu set to 'Español'. Below the navigation menu, there is a dark blue bar with a white 'EDITAR' button. The table has two columns: 'Pregunta' and 'Respuesta'. The data rows are as follows:

Pregunta	Respuesta
¿Padece diabetes?	No
¿Cuántos años tiene?	40 - 49 años
¿Es hombre o mujer?	Hombre
¿Algún familiar suyo cuenta con diabetes?	No
¿Alguna vez han diagnosticado hipertensión?	Si
¿Qué raza o grupo étnico lo describe mejor?	Blanco
¿Es físicamente activo?	Si
¿Cuál es su altura?	1.80

Ilustración 8 Respuestas del test

Trabajo a futuro

Se pretende la implementación de Inteligencia Artificial y Machine Learning (“Aprendizaje automático”) para mostrar un plan de control de la enfermedad según el porcentaje de la persona para padecer diabetes y de los datos que ingresó en su test, con el propósito de hacer mucho más completa la plataforma y que ayude potencialmente al usuario a cambiar su salud y su estilo de vida de una manera positiva, así mismo se realizará la vinculación con alguna dependencia de salud pública o privada para que la plataforma pueda ser probada en un contexto real.

También se aspira a que se puedan llevar a cabo funciones complementarias a la aplicación como lo son la monitorización de signos vitales por medio de wearables que existen en el mercado actualmente, con la finalidad de ayudar a la inteligencia artificial aprender en tiempo real sobre los hábitos y el estilo de vida del usuario, de esta manera se podrá realizar un control más preciso y en tiempo real de lo que la persona hace en su día a día.

Además, se buscará poner en funcionamiento la plataforma con otros dispositivos como los son los glucómetros para que con ayuda de personal médico que cuenten con algún dispositivo compatible se almacenen los registros de glucosa del usuario y así minorizar el rango de predicción y recomendación que ofrece la inteligencia artificial.

Conclusiones

Actualmente México forma parte de los países con más índice de obesidad en el mundo (uno de los principales factores para padecer diabetes), debido a que las personas no le ponen especial cuidado a su salud, por factores como no contar con tiempo para comer sano, estrés laboral, no tener una rutina de ejercicio, una enfermedad heredada o por otros factores, por lo cual se busca mejorar su estado de salud implementando tecnología segura y fácil de usar para así reducir el índice de mortalidad de esta enfermedad.

México debe adoptar medidas que le ayuden a monitorear su salud, aprender a cuidarla y evaluar de qué manera se encuentra respecto a una enfermedad tan mortal como lo que es la diabetes, todo con el propósito de reducir el índice de mortalidad en el país, y es de esta manera que la plataforma PREDIAPP ayudará a la población mexicana ya que mediante el uso del test podrá saber cuál es la probabilidad de padecer diabetes, además se le mostrará un plan de control nutricional con base en los resultados obtenidos en el test que el usuario podrá seguir para cuidar y/o mejorar su salud. El principal objetivo con el desarrollo de esta plataforma, es el reducir significativamente el índice por diabetes que hay en México, además de ayudar a que las personas mejoren en su salud. De igual manera, esta plataforma puede ayudar a reducir el índice por obesidad y sobrepeso con el que actualmente combate el país, fomentando una sana educación en salud en toda la población y aumentando la calidad de vida en México.

Referencias

- [1] OPS. (2019). Organización Panamericana de la Salud. Etiquetado frontal: un tema de protección a la salud de la niñez (2020) Sitio Web: https://www.paho.org/mex/index.php?option=com_content&view=article&id=1454:etiquetado-frontal-un-tema-de-proteccion-a-la-salud-de-la-ninez&Itemid=499#:~:text=M%C3%A9xico%20ocupa%20el%20primer%20lugar,el%2036.3%25%20presenta%20este%20problema.
- [2] ENSANUT. (2018). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición - 2018. 2020, de ENSANUT Sitio web: <https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/index.php>
- [3] Organización Mundial de la Salud. (2015). Temas de salud - Obesidad. 2020, de OMS Sitio web: <https://www.who.int/topics/obesity/es/>
- [4] Organización Mundial de la Salud. (2020). Diabetes. 2020, de OMS Sitio web: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>
- [5] Ángel Gurría. (2020). Presentación del estudio: “La Pesada Carga de la Obesidad: La Economía de la Prevención”. 2020, de OECD Sitio web: <https://www.oecd.org/about/secretary-general/heavy-burden-of-obesity-mexico-january-2020-es.htm>
- [6] Kevinelfuturo. (2012). Diabetes tipo 2, la más común en la población. 2020, de 60 Minutos Sitio web: <https://60minutos.info/diabetes-tipo-2-la-mas-comun-en-la-poblacion/>
- [7] Chan, O., Peña, J., Vianne, J. & Zapata, M. (2018, noviembre). Construcción de un modelo de predicción para apoyo al diagnóstico de diabetes. Pistas Educativas, 40, 18. 2018, De ITC Base de datos.
- [8] Tene, D. & Montese, F. (2019). Capítulo III Metodología. En Diseño de un prototipo Web interactivo basado en técnicas de Machine Learning y razonamiento probabilístico para pronosticar mediante los factores de riesgo la enfermedad de la diabetes. (194). Guayaquil