



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Sede Ibarra

ESCUELA DE INGENIERÍA

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

SISTEMA RECOMENDADOR BASADO EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL QUE
SUGIERE RUTINAS DE EJERCICIOS PARA UN ENVEJECIMIENTO ACTIVO EN
ADULTOS PERTENECIENTES A LONGEVITY, MEDIANTE UNA APLICACIÓN
WEB MÓVIL

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

INGENIERÍA DE SOFTWARE, INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO EN TICs

AUTOR/A: JOSUE DAVID BETANCOURT DUEÑAS

ASESOR/A: STALIN MARCELO ARCINIEGAS AGUIRRE

IBARRA, SEPTIEMBRE – 2023

Ibarra, Septiembre 2023

Mgs. Stalin Marcelo Arciniegas Aguirre.

ASESOR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes en la Escuela de Ingeniería, de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



(f)

Mgs. Stalin Marcelo Arciniegas Aguirre

C.C.: 1003496815

PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

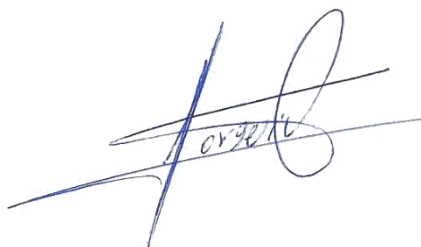
El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):



(f.)

Mgs. Stalin Marcelo Arciniegas Aguirre

C.C.: 1003496815



(f.)

Mgs. Jorge Jeffrey Vivero García

C.C.: 10020621420



(f.)

Ing. José Luis Ibarra Estevez

C.C.: 1002640728

ACTA DE CESIÓN DERECHOS

Yo Josue David Betancourt Dueñas, declare conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derechos de disponer de sus derechos o autorizar las utilidades de sus obras o prestaciones a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, Septiembre 2023



(f)

Josue David Betancourt Dueñas

C.C.: 1003583653

AUTORÍA

Yo, Josue David Betancourt Dueñas, portador de la cédula de ciudadanía N°1003583653, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del (los) autor (es), y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.



(f:)

Josue David Betancourt Dueñas

C.C.: 1003583653

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo: Josue David Betancourt Dueñas, con CC: 1003583653, autor del trabajo de grado titulado: “Sistema recomendador basado en inteligencia artificial que sugiere rutinas de ejercicios para un envejecimiento activo en adultos pertenecientes a Longevity, mediante una aplicación web móvil”, previo a la obtención del título profesional de “Ingeniero en Tecnologías De la Información”, en la Escuela de Ingeniería.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede-Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través del sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Ibarra, Septiembre 2023



(f)

Josue David Betancourt Dueñas

C.C.: 1003583653

CERTIFICACIÓN ANTIPLAGIO

Yo Stalin Marcelo Arciniegas Aguirre, declaro que luego del proceso de revisión en el sistema antiplagio TURNITIN el porcentaje de similitud del trabajo de titulación denominado: “Sistema recomendador basado en inteligencia artificial que sugiere rutinas de ejercicios para un envejecimiento activo en adultos pertenecientes a Longevity, mediante una aplicación web móvil”, es del 3%, de acuerdo al documento 2174079303.

En base a lo anterior, considero que el trabajo de titulación NO SÍ cumple los requisitos de originalidad y autenticidad, de acuerdo con los requisitos establecidos por la ley.

Ibarra, Septiembre 2023



(f)

Mgs. Stalin Marcelo Arciniegas Aguirre

C.C.: 1003496815

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN	3
Objetivo general:.....	4
Objetivos específicos:	4
CAPÍTULO I:	6
ESTADO DEL ARTE:	6
1.1 Conceptos básicos:	6
1.1.1. Resumen de las ECNT en el Ecuador:.....	6
1.1.2. Época de pandemia:	6
1.1.3. Ventajas de la virtualidad o digitalización:.....	7
1.1.4. Desarrollo de aplicaciones móviles:	7
1.1.5. Metodologías para el desarrollo de aplicaciones móviles:	9
1.1.6. Inteligencia artificial	10
1.1.7. Sistema experto:.....	10
1.2. Investigaciones previas:	15
1.2.1. Diseño y validación de un sistema experto basado en reglas mediante el uso de Kinect V2 para el apoyo a deportistas en tiempo real:	15
1.2.2. Sistema Experto para el Diagnóstico de Enfermedades Respiratorias:	16
1.2.3. Gimnasio virtual 3D mediante la interacción con Kinect:.....	17
1.2.4. Rosita Longevity:.....	17
CAPÍTULO II	18
MATERIALES Y MÉTODOS	18
2.1. Generalidades de la investigación	18
2.1.1. Tipo de investigación.....	18
2.1.2. Fuentes de información.....	18
2.1.3. Técnicas de investigación	18
2.2. Metodología de desarrollo del sistema.....	18
2.2.1. Metodología SCRUM:	19
2.2.2. Herramientas de desarrollo:	33
2.2.3. Metodología IDEAL:	34

2.2.4. Plan de pruebas	35
CAPÍTULO III.....	38
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
3.1. Conjunto de reglas para el sistema experto.....	38
3.2. Interfaces.....	39
3.2.1 Interfaces móviles.....	39
3.2.1.1 Interfaz de acceso y registro para la aplicación móvil:.....	39
3.2.1.2 Interfaz de pantalla de inicio	40
3.2.1.3 Interfaz para los detalles de una rutina.....	41
3.2.1.4 Interfaz para configurar perfil	43
3.2.1.5 Interfaz para editar perfil	44
3.2.1.5 Interfaz de estadísticas	45
3.2.2 Interfaces web.....	46
3.2.2.1 Interfaz de inicio de sesión	46
3.2.2.2 Interfaz para editar de usuarios	47
3.2.2.3 Interfaz para editar ejercicios	49
3.2.2.3. Interfaz para rutina.....	50
3.3 Pruebas.....	52
Conclusiones.....	56
Recomendaciones	57
Bibliografía	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Arquitectura ideal de los sistemas expertos.	12
Figura 2: variables y reglas relacionadas	13
Figura 3: Proceso interno de la aplicación de deporte.	15
Figura 4: Proceso de atención	16
Figura 5: Diagrama de caso de uso RF-01	23
Figura 6: Diagrama de caso de uso RF-02.....	23
Figura 7: Diagrama de caso de uso RF-03.....	24
Figura 8: Diagrama de caso de uso RF-04.....	24
Figura 9: Diagrama de caso de uso RF-05.....	25
Figura 10: Diagrama de procesos	28
Figura 11: Diagrama de secuencia.....	29
Figura 12: Diagrama arquitectónico del sistema	30
Figura 13: Modelo de base de datos	31
Figura 14: Diseño de interfaz de usuario	32
Figura 15: Interfaz de inicio de sesión.....	39
Figura 16: Interfaz de registro de usuario	40
Figura 17: Pantalla de creación de usuario	40
Figura 18: Pantalla de inicio	41
Figura 19: Interfaz para los detalles de una rutina.....	42
Figura 20: Interfaz inicio de rutina	43
Figura 21: Interfaz de configuración	44
Figura 22: Interfaz para editar perfil.....	45
Figura 23: Interfaz de estadísticas	46
Figura 24: Inicio de sesión web	47
Figura 25: Interfaz para visualizar usuarios.....	48
Figura 26: Editar usuario	48
Figura 27: Interfaz para visualizar ejercicios.....	49
Figura 28: Editar ejercicio	49
Figura 29: Insertar ejercicio	50
Figura 30: Visualización de rutinas	51
Figura 31: Interfaz para insertar rutina	51
Figura 32: Actualizar rutina	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Requisitos funcionales	20
Tabla 2: Planificación del Sprint Backlog 1	26
Tabla 3: Sprint Backlog 2	26
Tabla 4: Sprint Backlog 3	27
Tabla 5: Variables para la recomendación de rutinas	33
Tabla 6: Pruebas de aceptación.....	35
Tabla 7: Resultados de las pruebas de aceptación	53

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

El presente plan de trabajo ha sido desarrollado para Longevity, un emprendimiento originario de la ciudad de Ibarra. Lo que se desea realizar con esta investigación aplicada es la creación de un sistema experto recomendador de rutinas de ejercicio destinadas a personas en un rango de edad de 50 a 60 años con problemas de lumbares y obesidad. Dichas rutinas dependen de los factores del usuario y de su interés al realizar las diferentes categorías de ejercicio como movilidad o flexibilidad, fuerza, resistencia. Para esto, se generó la base de conocimiento gracias a la ayuda de los entrenadores expertos, dedicados al cuidado del adulto, de Longevity con el objetivo de ayudar a las personas a tener un estilo de vida más saludable mediante los ejercicios físicos de acuerdo con las capacidades de los distintos usuarios.

Los usuarios tendrían acceso a este servicio mediante el desarrollo de una aplicación móvil con *Flutter*. Para llevar a cabo lo antes mencionado, se utilizó la metodología de desarrollo ágil *Scrum*; ya que facilita la realineación de los objetivos con el sistema en cualquier circunstancia. Las herramientas de desarrollo para implementar el sistema experto fueron *Flutter* y *Supabase*; para poder tomar las peticiones realizadas se optó por la tecnología *FETCH*. Como se mencionó anteriormente, se utilizó el *SDK* de *Flutter* ya que permite el desarrollo multiplataforma. Para administrar los ejercicios y los usuarios de este plan de titulación se optó por hacer una página web que utilice *Flutter* ya que permite generar código estándar para aplicaciones móviles y web.

Palabras clave: Sistema experto, estilo de vida saludable, generación de rutinas de ejercicio.

ABSTRACT

The present work plan has been developed for Longevity, an entrepreneurship originating from the city of Ibarra. The aim of this applied research is to create an expert system that recommends exercise routines for individuals in the age range of 50 to 60 years with lumbar problems and obesity. These routines depend on the user's factors and their interest in various exercise categories such as mobility or flexibility, strength, and endurance. To accomplish this, the knowledge base was generated with the assistance of expert trainers dedicated to adult care at Longevity, with the goal of helping individuals lead a healthier lifestyle through physical exercises tailored to the capabilities of different users.

Users would have access to this service through the development of a mobile application using Flutter. To carry out the aforementioned tasks, the Scrum agile development methodology was employed as it facilitates realignment of objectives with the system under any circumstances. The development tools used to implement the expert system were Flutter and Supabase, while FETCH technology was chosen to handle user requests. As mentioned earlier, the Flutter SDK was used because it allows for cross-platform development. To manage the exercises and users for this graduation project, a website using Flutter was created, which generates standard code for both mobile and web applications.

Keywords: Expert system, healthy lifestyle, exercise routines generation.

INTRODUCCIÓN

Cuando se habla sobre envejecimiento activo se aborda el tema de calidad de vida, en la que se hace referencia a diversas demandas que un individuo tiene; entre ellas se encuentran las biológicas, psicológicas, sociales, individuales, entre otras. Dicho de otro modo, la calidad de vida es el bienestar físico, psicológico, económico, individual y social que posee una persona (Galván Bonilla, s.f.).

El ser humano pasa por diferentes etapas a lo largo de su vida, cada fase está marcada por cambios físicos, emocionales, entre otros. Según (Euroinnova, s.f.) la etapa de la adultez se divide en tres (3) rangos de edades:

- Adultez joven, entre los 25 y 39 años
- Adultez intermedia, entre los 40 y 49 años.
- Adultez tardía, entre los 50 y 60 años.

En la etapa de la adultez joven, es cuando la persona empieza a sentar las bases de su vida; por tanto, es importante que en dicha base se encuentre la actividad física y el comer saludablemente. El Instituto Nacional Sobre el Envejecimiento (2020), NIH, dice que “... los estudios demuestran que ser demasiado inactivo tiene sus riesgos. Con frecuencia no es tanto la edad, sino la inactividad física la que afecta más la capacidad de las personas” (parr. 1).

Con el pasar de los años se presentan enfermedades que perjudican la salud. Las Enfermedades Crónicas No Transmisibles (ECNT) son, según el Ministerio de Salud Pública (MSP, 2018), “afecciones de larga duración que evolucionan con el paso del tiempo y generan grandes tasas de morbi-mortalidad. Son la principal causa de mortalidad general y mortalidad prematura evitable en Las Américas y en Ecuador” (p. 7). Estas suelen aparecer en la fase intermedia de la adultez.

En la actualidad, los países tienen una tendencia a tener una población más longeva y Ecuador no es la excepción. Gracias a los avances médicos y tecnológicos, la esperanza de vida de las personas se ha incrementado en los últimos años. En este sentido, diversas empresas y organizaciones buscan abordar estos asuntos de manera digital gracias al uso masivo de smartphones mediante aplicaciones móviles para poder monitorear el estado

físico de las personas, con la finalidad de acompañar y apoyar a las personas en el cuidado de la salud.

Longevity es una empresa ecuatoriana que se preocupa por el bienestar del adulto ecuatoriano, en la que su principal enfoque es el fortalecimiento corporal a través del ejercicio físico. Este estudio pretende desarrollar una aplicación web-móvil de gimnasio virtual para brindar un servicio personalizado, a través de un sistema experto utilizando inteligencia artificial, a las personas cercanas a la edad de 50 años y en adelante, con el objetivo de prevenir enfermedades crónicas no transmisibles que se ocasionan por falta de ejercicio.

La creación de la aplicación trae consigo algunos beneficios, tales como:

- Acceso a rutinas de ejercicio las 24 horas del día los 365 días del año.
- Permitir al usuario adaptar sus horarios de entrenamiento con el de sus actividades diarias.
- Eliminar la dependencia de un lugar físico para hacer ejercicio.
- Tener un control medido sobre el progreso alcanzado.

De acuerdo con lo expuesto con anterioridad, se plantean los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- Desarrollar un sistema recomendador basado en inteligencia artificial que sugiera rutinas de ejercicios para un envejecimiento activo en adultos pertenecientes a Longevity, mediante una aplicación web móvil utilizando software libre.

Objetivos específicos:

Es así como, para cumplir con el objetivo expuesto, este se desglosa en secundarios los cuales irán ayudando con el cumplimiento que se plantea realizar:

- Determinar los requisitos técnicos y funcionales para la creación de la aplicación móvil mediante entrevistas al director y entrador de Longevity.

- Investigar acerca de los sistemas expertos y su formulación de reglas para que se adapten a los principios o criterios que posean los entrenadores.
- Establecer las reglas pertinentes que recomiende de manera autónoma ejercicios adecuados dependiendo de las capacidades físicas de cada usuario.
- Diseñar interfaces intuitivas en conjunto con los módulos y requerimientos necesarios para brindar al usuario una fácil interacción.
- Evaluar la aplicación móvil y web mediante pruebas de aceptación.

El presente trabajo consta de tres (3) capítulos: El primero describe las investigaciones bibliográficas y conceptos que sirven como antecedentes para la investigación. El segundo capítulo consta de las herramientas tecnológicas y el desarrollo del proyecto, utilizando la metodología *Scrum* para el desarrollo de la aplicación móvil. El tercer capítulo expone los resultados y evaluación de la aplicación final. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas en la investigación.

CAPÍTULO I:

ESTADO DEL ARTE:

El siguiente capítulo presenta un resumen de las ECNT en el Ecuador y de la importancia de realizar ejercicio para prevenirlas, también se encuentra información sobre el uso de los Sistemas Expertos (SE) para afrontar la problemática tratada en este estudio mediante la asignación de reglas; todo esto basándose en una previa investigación sobre los temas mencionados.

1.1 Conceptos básicos:

1.1.1. Resumen de las ECNT en el Ecuador:

Un estudio realizado en Ecuador, en el año 2019, muestra el total de defunciones causadas por las ECNT; las cuales fueron del 26,49%. Además, según la encuesta STEPS realizada en 2018 por el MSP, indica que el 25,8% de la población entre 18 y 69 años padecen de tres o más factores de riesgos para enfermedades crónicas no transmisibles; entre esos factores se encuentra la presión arterial y colesterol elevado, hiperglicemia y glucosa alterada (Ministerio de Salud Pública, 2020).

En la actualidad, los países tienen una tendencia a tener una población más longeva y Ecuador no es la excepción. Gracias a los avances médicos y tecnológicos, la esperanza de vida de las personas se ha incrementado en los últimos años. Es por eso por lo que, para el año 2050, se espera que las personas mayores de 60 años sean alrededor de 2.000 millones en el mundo (Valleboni, 2022).

1.1.2. Época de pandemia:

La pandemia del COVID-19 suscitada en el año 2019 y hasta mediados del año 2021, fue una de las principales causas por las que existió un incremento de las ECNT en adultos, especialmente en la etapa intermedia y tardía (Núñez Canaria y Beleño Villamizar, 2022).

Este incremento se debe principalmente a las medidas tomadas por varias organizaciones mundiales de la salud, una de ellas fue el aislamiento y confinamiento con el fin de reducir la tasa de contagio del virus. Esto causó sedentarismo y afectó notablemente la

forma de vivir, trabajar, práctica de ejercicio, entre otros (Núñez Canaria y Beleño Villamizar, 2022).

Como se mencionó previamente, las ECNT contribuyen a una pérdida de funcionalidad, autonomía e independencia afectando así directamente la calidad de vida de la persona, haciendo imposible un envejecimiento saludable (Núñez Canaria y Beleño Villamizar, 2022).

1.1.3. Ventajas de la virtualidad o digitalización:

La pandemia no fue sólo noticias negativas, es debido a ella que el Ecuador tuvo un mayor incremento en la demanda del internet para diversas finalidades, como la educativa, entretenimiento, compras, entre otras.

En el año 2020, según López Jiménez y Alcázar Ponce (2021), el Ecuador tiene cerca del 80,1% de su población conectada al internet; de estos, 14 millones utilizaban redes sociales y dispositivos inteligentes.

Esto presenta una ventaja, ya que se puede decir que el Ecuador tiene una población educada en la digitalización y virtualidad; por tanto, estos están familiarizados con procesos y herramientas digitales actuales.

1.1.4. Desarrollo de aplicaciones móviles:

Masaad, Ahmed, Jan, Qudus Khan, y Ullah (2021) mencionan que en la era de la tecnología el dispositivo electrónico más usado es el teléfono inteligente; debido a que posee gran variedad de funcionalidades, tales como: GPS, cámara, accesos biométricos, correo electrónico, cuidado de salud, entre otras aplicaciones.

Para el desarrollo de aplicaciones móviles existen dos tipos de paradigmas:

1.1.4.1. Aplicaciones nativas

Las aplicaciones nativas son aquellas que funcionan únicamente para una plataforma móvil, Android o IOS. Estas se caracterizan por usar el lenguaje de programación de la plataforma; herramientas, entre otros recursos disponibles en el sistema con la finalidad

de ofrecer una mejor funcionalidad y valor (Masaad, Ahmed, Jan, Qudus Khan y Ullah, 2021).

Los lenguajes de programación usualmente utilizados para este tipo de aplicaciones son: Java o Kotlin para Android y Objective-C o Swift para IOS.

1.1.4.2. Aplicaciones multiplataforma

A diferencia de las aplicaciones móviles nativas, el desarrollo móvil multiplataforma permite generar un solo código de programación para ambos sistemas operativos móviles, eliminando así la dependencia de las plataformas. Para lograr esto, existen diferentes enfoques: web, híbrido e interprete (Masaad, Ahmed, Jan, Qudus Khan y Ullah, 2021).

1.1.4.3. Lenguajes de programación para el desarrollo móvil:

Lenguajes de programación para desarrollo móvil nativo:

- Swift: Lenguaje de programación utilizado para el desarrollo de aplicaciones en iOS y macOS. Es el lenguaje preferido para el desarrollo nativo en el ecosistema de Apple (Apple Inc a, 2021).
- Java: Lenguaje de programación utilizado para el desarrollo de aplicaciones Android. Es uno de los lenguajes más utilizados en el desarrollo nativo de Android (Google LLC a, 2021).
- Kotlin: Lenguaje de programación moderno para el desarrollo de aplicaciones Android, es compatible con Java (Google LLC b, 2021).
- Objective-C: Fue el primer lenguaje de programación utilizado para el desarrollo de aplicaciones en iOS y macOS. (Apple Inc b, 2021).

Lenguajes de programación para desarrollo móvil multiplataforma:

- React Native: Framework de JavaScript que permite desarrollar aplicaciones móviles para iOS y Android utilizando una base de código común. Se basa en la biblioteca de interfaz de usuario React de Facebook (Facebook Inc, 2021).

- Flutter: Es el marco de trabajo de Google que utiliza el lenguaje de programación Dart para el desarrollo de aplicaciones móviles para iOS y Android. Flutter permite desarrollar aplicaciones con una apariencia nativa y un rendimiento rápido (Google LLC c, 2023).
- Xamarin: Framework de Microsoft que utiliza el lenguaje de programación C# para el desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma. Permite desarrollar aplicaciones para iOS, Android y Windows utilizando una base de código compartida (Microsoft Corporation, 2021).
- Ionic: Framework de desarrollo de aplicaciones móviles híbridas que utiliza tecnologías web como HTML, CSS y JavaScript. Permite desarrollar aplicaciones para iOS y Android utilizando una única base de código (Ionic Framework Team, 2021).

1.1.5. Metodologías para el desarrollo de aplicaciones móviles:

Para lograr realizar el desarrollo de cualquier tipo de aplicación, se necesita seguir una serie de pasos estructurados y sistematizados, en otras palabras; un marco de trabajo para lograr organizar tareas, recursos y etapas involucradas en el proceso.

Actualmente se usan las denominadas metodologías ágiles, las cuales promueven la flexibilidad y adaptabilidad que requiere el cliente. Esto se logra gracias a la participación del equipo de desarrollo, *stakeholders* y usuarios finales; estos dos últimos son los que generan una retroalimentación constante sobre los prototipos entregados por el colectivo de programación (Nazir, Amin, Ahmad, Yaseen y Sabah, 2020).

Estos son algunos de las metodologías más populares para el desarrollo de aplicaciones móviles:

- Scrum: Es un enfoque iterativo e incremental que se basa en la entrega continua de avances en cortos periodos de tiempo llamados *sprints*. Su perspectiva se basa en la colaboración, la comunicación y la adaptabilidad a medida que se desarrolla el producto (Schwaber y Sutherland, 2017).
- XP (Programación extrema): Tiene como base dos principios: calidad del software y satisfacción del cliente. Se fundamenta en prácticas como la

programación en parejas, pruebas unitarias frecuentes, integración continua y desarrollo incremental (Nimble Humanize Work, 2023).

1.1.6. Inteligencia artificial

El ser humano desde la antigüedad se ha planteado la posibilidad de tener máquinas asistentes que asimilen sus pensamientos; con el motivo de tener un compañero que ayude a procesar grandes cantidades de datos para automatizar el aprendizaje de manera autónoma y así realizar tareas repetitivas (NetApp, s.f.).

Según NetApp (s.f.) la Inteligencia Artificial (IA) es el proceso por el cual los ordenadores intentan imitar el pensamiento y actuar humano. Para que esto sea posible es necesario tres (3) componentes fundamentales: sistemas computacionales, datos y algoritmos.

Una de las finalidades de la IA es la de ayudar a las personas a tomar las mejores decisiones posibles dependiendo del entorno en el que se encuentran, gracias a la gran capacidad de procesamiento de datos que los ordenadores poseen (NetApp, s.f.).

Se pretende implementar dicho sistema con la finalidad ofrecer a los adultos las mejores recomendaciones para hacer actividad física como lo haría un instructor profesional en el área.

1.1.7. Sistema experto:

Un Sistema Experto (SE) es una aplicación de la IA en el mundo actual, básicamente se caracteriza por tener iguales o mayores conocimientos que una persona experta en un área determinada gracias a la inteligencia artificial (CEUPE, s.f.). Las características, según Saibene, Assale, y Giltri (2021), este tipo de sistema son:

- Recolecta, almacena y actualiza la información más importante para poder solucionar un problema en particular.
- Simula el proceso de toma de decisiones que realiza un experto en un área determinada.
- Es una aplicación de la IA que provee soluciones técnicas.

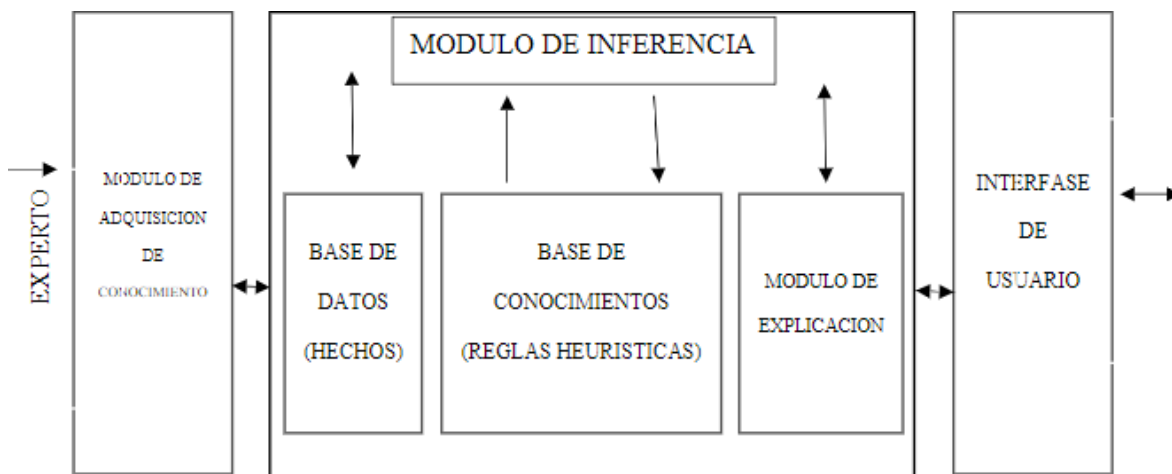
1.1.7.1. Estructura:

Según Badró, Ibañez y Agüero (2013, citado en Yacelga, 2018) la estructura de un SE esta compone de dos (2) partes: ambiente de desarrollo y de consulta. El primer entorno se suele destinar a la creación de componentes y llenado de información a la base de datos; el otro es usado por el usuario final para recolectar información del SE. Partiendo de esto se puede decir que las partes que constituyen estos sistemas son:

- Subsistema de adquisición de conocimiento: es la etapa de estructuración de la información a la base de conocimientos por parte del desarrollador gracias a la transformación del conocimiento del experto. En este módulo es donde se suele modificar/actualizar la base de conocimientos.
- Base de conocimiento: una vez cargada los conocimientos el experto a la base de datos, se sientan las reglas y métodos heurísticos para determinar hacia donde se enfocará la información para solucionar el problema. Desde otra perspectiva, “la base del conocimiento se puede ver como una lista de objetos con sus reglas y atributos asociados. En el sentido más simple, la regla que se aplica para un atributo determina si un objeto ‘tiene’ o ‘no tiene’ determinado atributo”.
- Base de hechos: suelen ser las entradas de los usuarios para ser evaluadas.
- Motor de inferencia: es la parte encargada de interpretar las reglas, de la base de conocimiento, en base a los datos ingresados.
- Subsistema de justificación: si es necesario, el usuario puede solicitar al sistema que muestre como fue el procedimiento para encontrar la solución.
- Interfaz de usuario: permite al usuario comunicarse con el sistema experto introduciendo datos y recibiendo una conclusión.

En la Figura 1 se muestra la arquitectura idónea de un SE:

Figura 1: Arquitectura ideal de los sistemas expertos.



Nota: (Chacaltana La Rosa, 2017).

Los anteriores seis módulos son los ideales que debería tener un SE, sin embargo, basta tener los siguientes cuatro para ponerlo en marcha: base de conocimientos, motor de inferencia, base de datos e interfaz de usuario.

1.1.7.2. Requerimientos para el desarrollo de un sistema experto:

Un SE requiere de la participación de varias personas, entre ellas se encuentran los expertos, usuarios, programadores; para lograr que el sistema sea fácil de usar y mantener.

Según Chacaltana La Rosa (2017) lo primero en decidir es si el SE comenzará desde cero, en tal caso se haría uso de una metodología para su desarrollo, o si haría uso de un *shell*, un motor de reglas o lenguaje de programación basado en reglas con la finalidad de generar dicho sistema. Algunos de estos motores/lenguajes de programación son:

1.1.7.2.1. CLIPS:

Es un *shell* de desarrollo de SE basado en reglas y objetos; proviene de la familia del lenguaje de programación C cuyo objetivo es el de facilitar la integración de estos tipos de programas con dicho lenguaje (Chacaltana La Rosa, 2017).

1.1.7.2.2. ProLog:

Es un lenguaje de programación lógica el cual se centra en la estructura de datos basados en árboles y reconocimiento de patrones (Chacaltana La Rosa, 2017).

1.1.7.2.3. Drools:

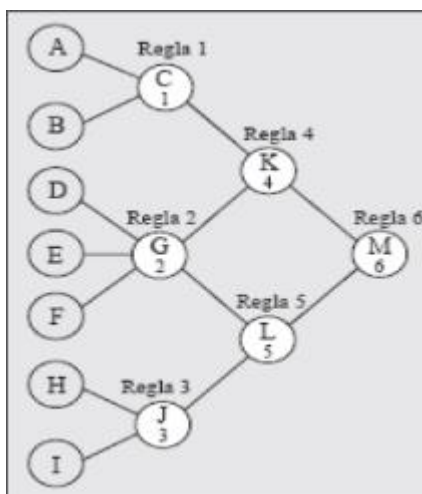
Es un motor de reglas basado en Java que utiliza reglas llamadas *Drools Rule Language* o DRL.

Estas fueron algunas de las herramientas que se pueden utilizar para llevar a cabo el desarrollo del SE; ahora, de acuerdo con la forma en la que se aborda los problemas existen los siguientes tipos de SE, uno de los más implementados es el:

1.1.7.3. Sistema Experto basado en reglas:

Se encargan de generar soluciones a los problemas deterministas, este tipo de SE está integrado por objetos, los cuales representan variables del modelo asignado y se encuentran ligadas gracias a las reglas establecidas. En la Figura 2 se puede observar la relación con lo antes mencionado (Chacaltana La Rosa, 2017)

Figura 2: variables y reglas relacionadas



Nota: Relación entre objetos y sus reglas (Chacaltana La Rosa, 2017).

1.1.7.4. Metodología para un sistema experto:

Existen métodos ordenados que ayudan a implementar de mejor manera un sistema experto; algunos de ellos son:

- **Metodología IDEAL:** las siglas de esta metodología provienen del nombre de cada una de las fases que las compone: Identificación de la tarea, Desarrollo de los prototipos, Ejecución de la construcción del sistema integrado, Adecuación para conseguir mantenimiento y Lograr una adecuada transferencia de tecnología; siguiendo cada una de estas fases se obtiene un prototipo de demostración de Sistema Experto (Verdun, 1987).
- **Metodología de prototipado rápido:** esta se base en la creación de prototipos rápidos del SE con la finalidad de obtener retroalimentación de los usuarios y expertos; gracias a un desarrollo iterativo y mejora gradual a través de cada retroalimentación.
- **Metodología basada en casos:** se centra en la resolución de problemas basándose en casos previos.

1.1.7.5. Ventajas:

Yacelga (2018) dice que algunas de las ventajas de un SE son las siguientes:

- El usuario puede tener acceso a la información las 24 horas los 7 días de la semana los 365 días del año en caso de ser necesario.
- Los expertos pueden librarse de algunos procesos repetitivos y que con lleven mucho tiempo.
- Permite a los usuarios tener la seguridad de que su diagnóstico es casi veraz debido a que posee una gran cantidad de datos de diferentes expertos en el área.
- Mejora el servicio al cliente mediante una atención rápida, fluida y de calidad.
- Optimiza procesos.

1.2. Investigaciones previas:

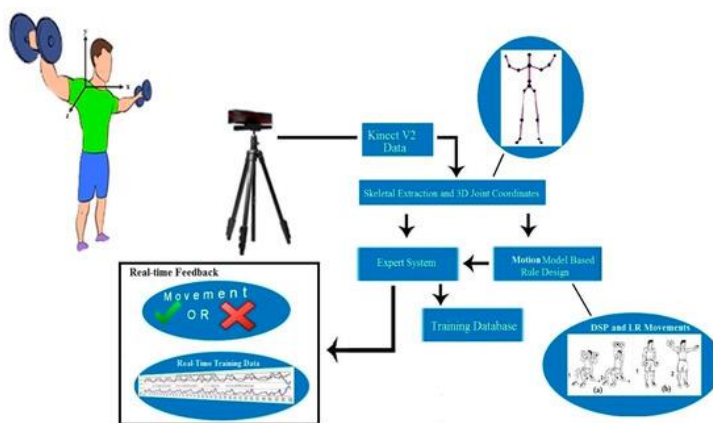
1.2.1. Diseño y validación de un sistema experto basado en reglas mediante el uso de Kinect V2 para el apoyo a deportistas en tiempo real:

Los autores, Örüci y Selek (2020), plantean un software en el cual, mediante la ayuda de un Kinect V2, captar los movimientos de elevaciones laterales y de press de hombros con mancuernas con la finalidad de disminuir lesiones en los atletas con una aplicación capaz de brindar retroalimentación en tiempo real sobre los dos ejercicios antes mencionados.

Para este estudio se eligió el Kinect debido a que es un dispositivo que permite captar los movimientos realizados por los atletas, gracias a su cámara RGB e infrarroja y micrófono; además, posee un algoritmo 3D para la creación de movimientos, lo que permite habilitar los sensores de movimientos sin la necesidad de utilizar equipos especiales (Örüci y Selek (2020)).

En la Figura 3 se expone el proceso de soporte mencionado:

Figura 3: Proceso interno de la aplicación de deporte.



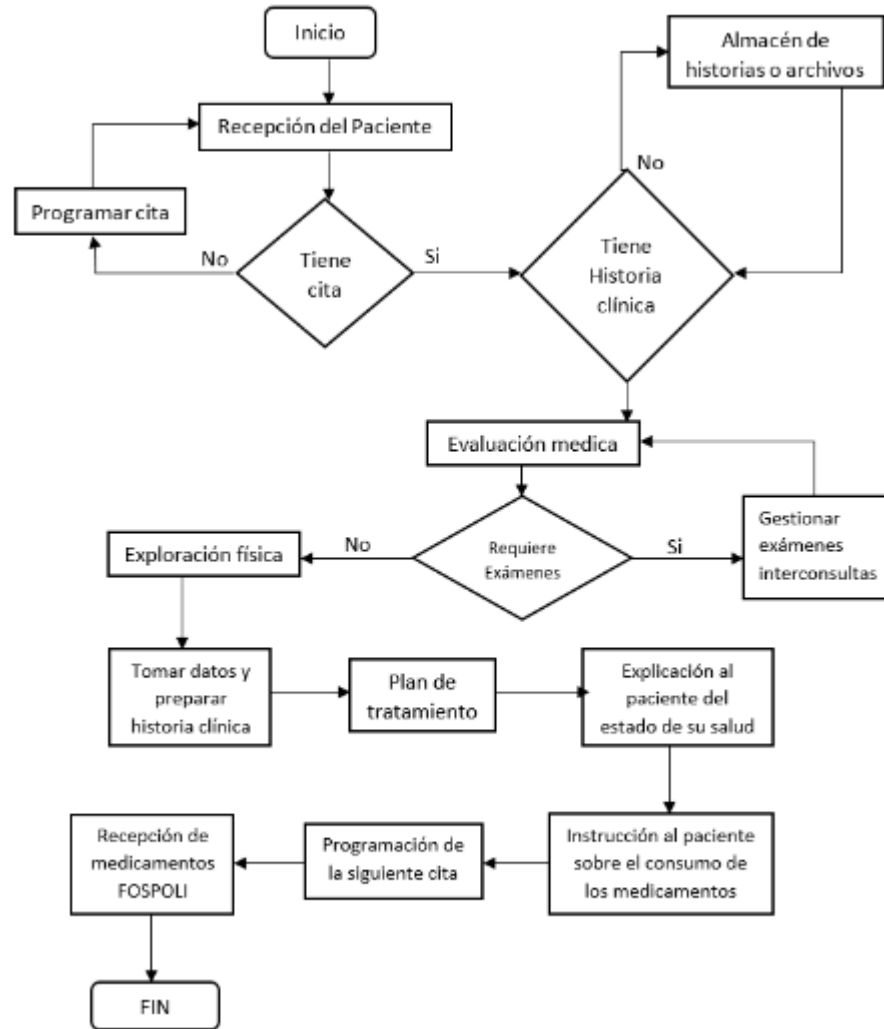
Nota: (Örüci y Selek, 2020)

Básicamente los movimientos se captan por medio del Kinect, este transforma la información obtenida en movimientos esqueléticos los cuales, de manera simultánea, se comprueban con el motor de inferencia y el sistema experto el cual tiene 256 reglas generales y 12 principales; para así generar una retroalimentación casi instantánea sobre qué tan buena fue su repetición.

1.2.2. Sistema Experto para el Diagnóstico de Enfermedades Respiratorias:

En este trabajo se realizó un SE desde cero mediante la metodología *CommonKADS* con la finalidad de realizar un diagnóstico efectivo sobre las enfermedades respiratorias. En la Figura 4 en la que se describe el proceso de atención para empezar el diagnóstico.

Figura 4: Proceso de atención



Nota: (Chacaltana La Rosa, 2017)

Básicamente el diagrama de la Figura 4 empieza por verificar si el usuario posee una previa cita para ser atendido, después se provee las historias clínicas del paciente para posteriormente ser examinado y atendido por un especialista; ya finalizada la consulta, se le entrega su receta médica para llevar a cabo el tratamiento (Chacaltana La Rosa, 2017).

1.2.3. Gimnasio virtual 3D mediante la interacción con Kinect:

La difusión global de las tecnologías y del ancho de banda han permitido que se practiquen actividades que, normalmente se harían de manera presencial, se puedan llevar a cabo de manera online; una de ellas es la actividad física. El dispositivo denominado “Kinect”, desarrollado por Microsoft para la consola de videojuegos Xbox 360, permite capturar movimientos de todo el cuerpo de la persona; también posee reconocimiento facial y de voz (Cassola et al., 2014).

La finalidad del proyecto mencionado es la de crear un espacio virtual en el que las personas, mediante sus avatares, puedan interactuar con otras mientras realizan actividad física (Cassola et al., 2014).

1.2.4. Rosita Longevity:

Rosita es una aplicación móvil de origen español que tiene como objetivo planificar una estrategia de salud a partir de los 60 años con la finalidad de reducir riesgos de enfermedades crónicas previsibles. La idea de esta aplicación es seleccionar actividades adecuadas para cada persona basándose en su nivel de actividad física y fragilidad, para que, de esa manera no exista una sobrecarga en el adulto (Gómez, 2022).

En otras palabras, Rosita es una aplicación móvil que sirve a los adultos mayores como un medio para realizar actividad física y ejercicios fisioterapéuticos desde la comodidad del hogar (Rosita Longevity, 2022).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente capítulo se exponen los lineamientos metodológicos, métodos, técnicas e instrumentos utilizados en la recolección de la información para el desarrollo de la investigación; con la finalidad de lograr los objetivos planteados previamente. De igual manera se presenta el diseño de la aplicación mediante los diferentes modelos y diagramas expuestos más adelante.

2.1. Generalidades de la investigación

A continuación, se detalla el tipo y método de investigación, fuentes y técnicas utilizadas para recolectar información pertinente que ayudaron al desarrollo adecuado del proyecto.

2.1.1. Tipo de investigación

Es una investigación aplicada que permite solucionar el problema presentado en Longevity; este tuvo un enfoque cualitativo utilizando las técnicas correspondientes, como la entrevista, para establecer los requisitos del sistema y de usuario.

2.1.2. Fuentes de información

Para establecer los diseños de base de datos, diagramas, selección de herramientas de desarrollo se entrevistó a los entrenadores y fundadores de Longevity para recolectar la información adecuada, con la finalidad de llevar a cabo los diseños antes mencionados y el desarrollar el sistema de la mejor manera posible.

2.1.3. Técnicas de investigación

Entrevistas: se estableció un contacto directo con el fundador y entrenador físico de Longevity para determinar los requisitos del modelo y validación de este. En el Anexo A se encuentran las preguntas realizadas dirigidas hacia los respectivos representantes.

2.2. Metodología de desarrollo del sistema

Para poder llevar a cabo el desarrollo del sistema recomendador de rutinas mediante una aplicación móvil, dirigido a personas adultas mayores a los 50 años, pertenecientes a

Longevity, se estableció el uso de la metodología ágil SCRUM; la cual, debido a su estructura, permite a los interesados y desarrolladores trabajar en conjunto al priorizar las actividades de mayor importancia, de igual manera, se decidió utilizar la metodología IDEAL para la implementación del sistema experto.

2.2.1. Metodología SCRUM:

2.2.1.1. Fase I: Definición del Product Backlog

En esta etapa se determinaron los requisitos funcionales y no funcionales de la aplicación móvil, los cuales se recopilaron por medio de entrevistas para posteriormente convertirse en funcionalidades entregables. A continuación, se muestran los dos tipos de requisitos mencionados anteriormente.

2.2.1.1.1. Requisitos funcionales

Para el establecimiento de la “prioridad” para los requisitos funcionales, se instaura los siguientes rangos:

- Prioridad baja: parte de los 20 – 49.
- Prioridad intermedia: parte de los: 50 – 75.
- Prioridad alta: parte de los 76 – 85.
- Prioridad demandante: parte de los 86 – 100.

En la Tabla 1 se muestran los requisitos funcionales obtenidos.

Tabla 1: Requisitos funcionales

Requisitos funcionales						
Id	Nombre	Estimación de tiempo (Días)	Prioridad	Descripción de Historia de Usuario	Criterios de Aceptación	Dependencias
RF-01	Recomendación de rutina de ejercicios de manera automática	21	95	Los diferentes tipos de usuarios (problemas con lumbares o sobrepeso) poseen diferentes cualidades y aptitudes; el sistema debe ser capaz de diferenciar estos tipos de usuario y recomendar automáticamente ejercicios relacionados a sus capacidades.	- Presentar diversos ejercicios de acuerdo con las capacidades motoras diferentes de los usuarios.	
RF-02	Progreso de actividades	15	90	Mediante un apartado, el usuario debe ver sus actividades realizadas a lo largo del mes, este apartado debe poseer el número	- El usuario debe poder visualizar el número total de entrenamientos y minutos realizados en el mes.	

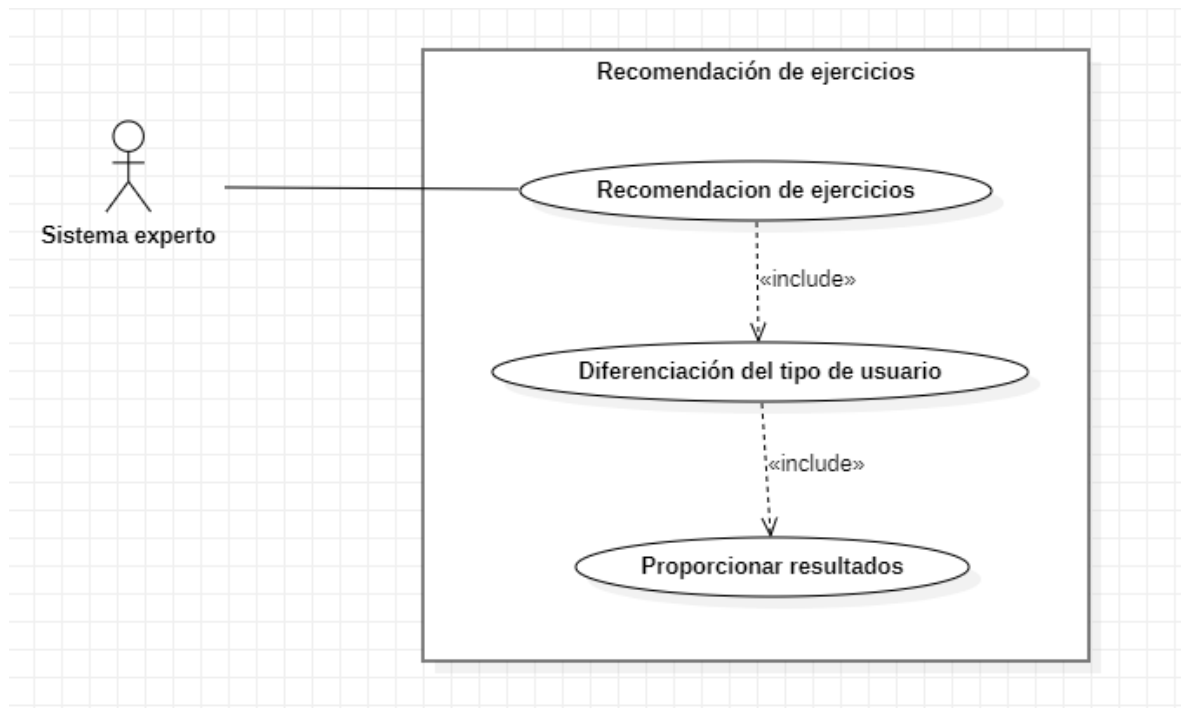
				total de entrenamientos y de tiempo realizado en el mes.		
RF-03	Actualización de nivel	6	86	Los usuarios al terminar cada rutina de entrenamiento deberán calificar su satisfacción sobre el entrenamiento realizado. Esto se toma en cuenta como puntos que posee cada usuario, al tener 120 puntos en el mes, este subirá de nivel.	- Al llegar a los 120 puntos, los niveles de usuario se deben actualizar de principiante a intermedio y de intermedio a avanzado.	
RF-04	Gestión web	13	80	El administrador debe tener la capacidad de registrar, actualizar o eliminar rutinas, ejercicios y/o usuarios.	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de exitoso de ejercicios y/o rutinas. - Actualización de datos de los usuarios, ejercicios y rutinas. - Eliminación de un usuario, rutina o ejercicio. 	
RF-05	Acceso al sistema	8	70	Los usuarios para registrarse deberán ingresar datos personales	- Deben existir botones para el ingreso de información.	

			<p>y físicos, tales como: peso en kg, altura en cm, entre otros.</p> <p>Adicionalmente, para ingresar al sistema se debe crear un usuario y contraseña.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mostrar un mensaje de registro exitosa de usuario. - Acceder a la aplicación con un usuario y contraseña. - Mostrar un mensaje de error al no poder ingresar a la aplicación. 	
--	--	--	---	---	--

A partir de la Figura 5 y hasta la 9 se pueden observar la representación de los requisitos funcionales en diagramas de caso de uso:

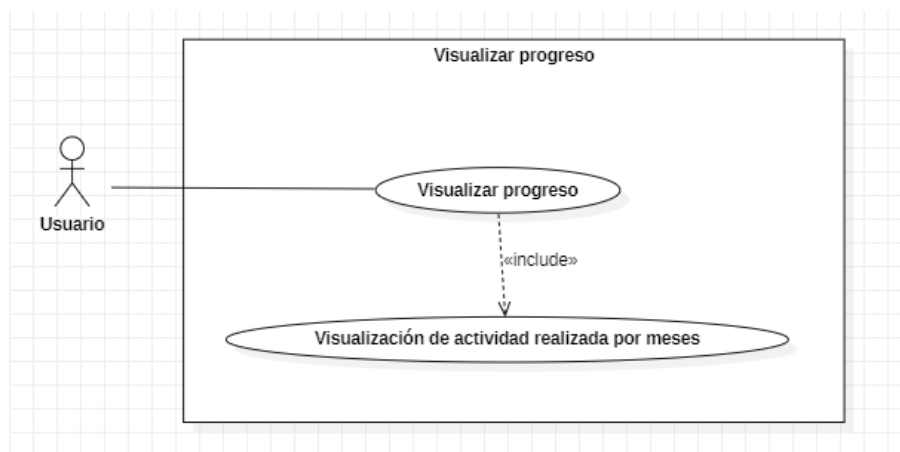
En la Figura 5 se muestra el cómo se realiza la recomendación de ejercicios.

Figura 5: Diagrama de caso de uso RF-01



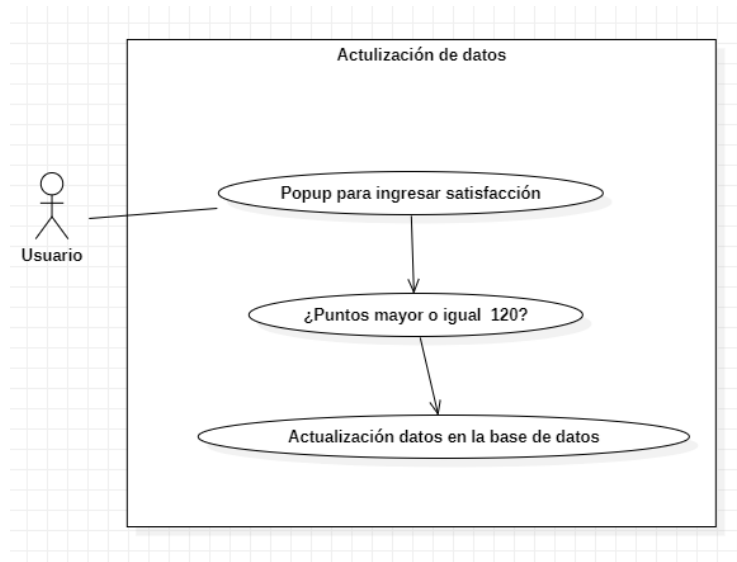
En la Figura 6 se expone un diagrama en el que se expone el funcionamiento para poder visualizar el progreso de un usuario

Figura 6: Diagrama de caso de uso RF-02



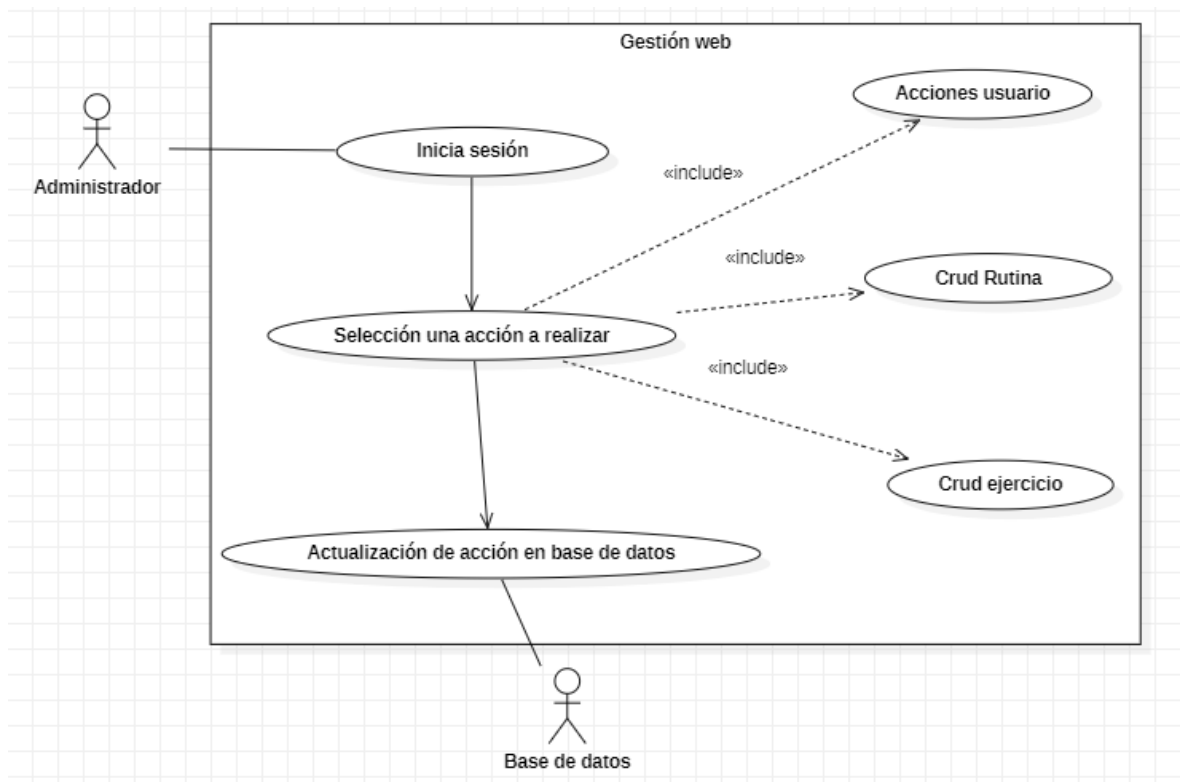
En la Figura 7 se establece el proceso por el cual un usuario puede alcanzar un nivel mediante el ingreso de su satisfacción al terminarla rutina.

Figura 7: Diagrama de caso de uso RF-03



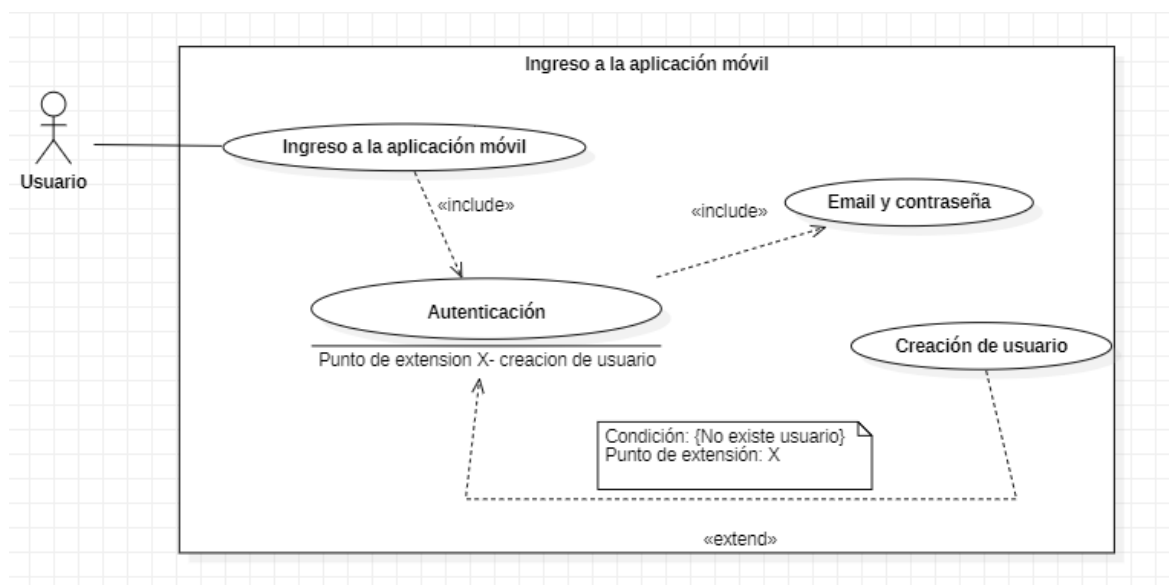
En la Figura 8 se observa el procedimiento que se llevó a cabo para la gestión web.

Figura 8: Diagrama de caso de uso RF-04



Por último, en la Figura 9 se aprecia cómo es el proceso de ingreso a la aplicación móvil.

Figura 9: Diagrama de caso de uso RF-05



2.2.1.1.2. Requisitos no funcionales:

2.2.1.1.2.1. Seguridad:

- Garantizar la seguridad de la información y datos que maneje la aplicación mediante encriptación.

2.2.1.1.2.2. Disponibilidad

- La aplicación debe estar disponible las 24 horas del día, los 7 días de la semana, para que los usuarios puedan acceder a los entrenamientos en cualquier momento que les convenga.

2.2.1.1.2.3. Usabilidad:

- La interfaz de usuario debe ser intuitiva y fácil de navegar, con botones y menús claros para acceder a las diferentes secciones de la aplicación; para que el usuario aprenda a manejarlo en menos de una hora.

2.2.1.2. Fase II: Planificación del *Sprint Backlog*

En esta sección se describe la planificación del Product Backlog definida para el desarrollo del proyecto. Ya detallado las cinco historias de usuario, se procede a dividir el desarrollo del sistema en tres *Sprints*; a los cuáles se les asignó veintiún días cada uno, cada día tuvo una duración de ocho horas de trabajo diarias. En la Tabla 2 se puede

apreciar la planificación del cronograma del *Sprint Backlog 1* en el que se desglosan las actividades a realizar para cumplir los requisitos funcionales del sistema recomendador con el identificador RH-01.

Tabla 2: Planificación del Sprint Backlog 1

Id	Fecha de inicio	Fecha de finalización	Id de historias de usuario	Prioridad	Tareas
1	05-06-2023	25-06-2023	RF-01	Intermedia	Realizar preguntas y generar respuestas
				Alta	Evaluar las reglas de inferencia
				Alta	Mostar recomendación de rutinas de entrenamiento

En la Tabla 3, se expone el *Sprint Backlog 2*; se llevaron a cabo las tareas de actualización de nivel físicos y visualización de progreso de actividades.

Tabla 3: Sprint Backlog 2

<i>Sprint Backlog 2</i>					
Id	Fecha de inicio	Fecha de finalización	Id de historias de usuario	Prioridad	Tareas
2	26-06-2023	02-07-2023	RF-02	Intermedia	Diseñar la interfaz en donde se muestre el valor total de rutinas y minutos realizadas
				Alta	Mostrar todos los ejercicios realizados en el mes
3	03-07-2023	16-07-2023	RF-03	Intermedia	Establecer el cuadro de diálogo para que los usuarios pueden ingresar su calificación.
				Intermedia	Reestablecer los valores de puntos, número de rutinas y si el mes cambio

				Intermedia	Promover los niveles de los usuarios al llegar a los 120 puntos
--	--	--	--	------------	---

Para finalizar, en el *Sprint Backlog 3* se llevaron a cabo las tareas para poder culminar con los requisitos de usuario, esto incluye la gestión de usuarios y acceso al sistema.

Tabla 4: *Sprint Backlog 3*

<i>Sprint Backlog 3</i>					
Id	Fecha de inicio	Fecha de finalización	Id de historias de usuario	Prioridad	Tareas
4	16-07-2023	25-07-2023	RF-04	Intermedia	Diseño de interfaces para las distintas acciones disponibles para el administrador
				Alta	Validar la información ingresada
				Alta	Registrar usuario en la base de datos
5	26-07-2023	06-08-2023	RF-02	Intermedia	Diseño de interfaz para inicio de sesión del administrador
				Intermedia	Agregar funcionalidad

					para modificar datos del usuario
--	--	--	--	--	----------------------------------

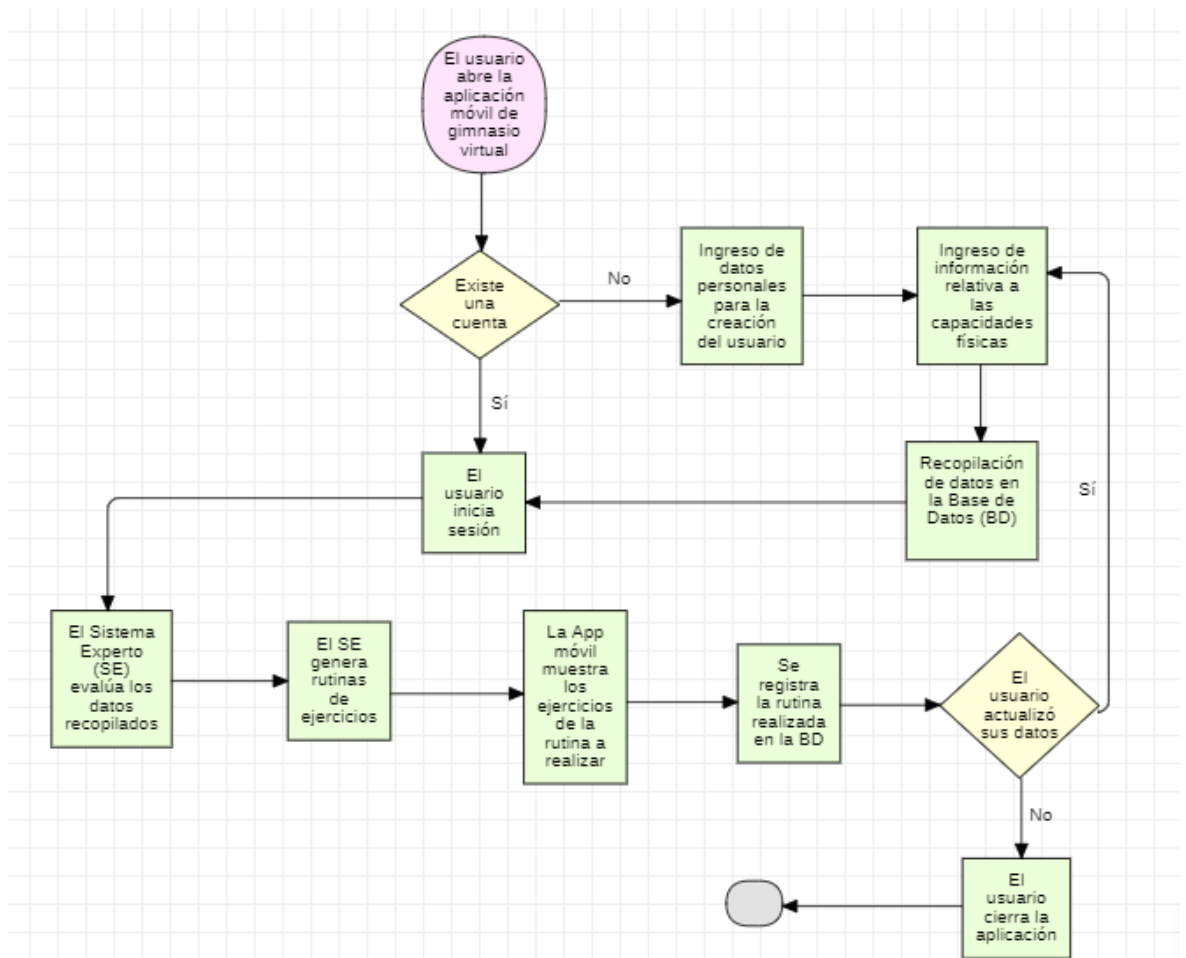
2.2.1.3. Fase III: Desarrollo del Product Backlog

De las fases anteriores se logró conseguir los elementos necesarios para realizar el diseño de software el cual incluye los diagramas de proceso y el diseño arquitectónico, base de datos y de interfaz de usuario del proyecto.

2.2.1.3.1. Diagrama de procesos:

En la Figura 10 representa de manera visual el proceso de interacción entre el usuario y los diferentes elementos del sistema con la finalidad de brindar una rutina de ejercicios de acuerdo con las capacidades físicas de un usuario.

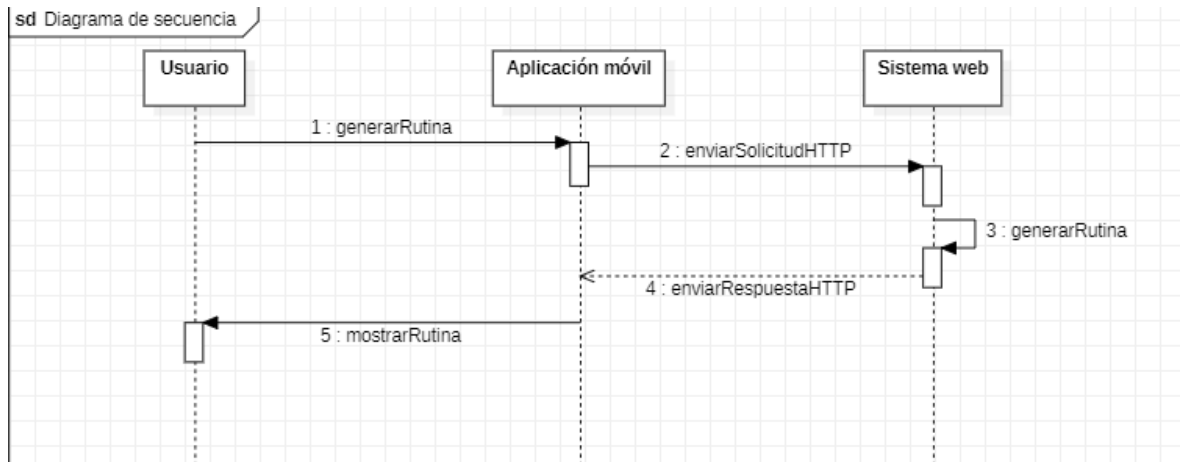
Figura 10: Diagrama de procesos



2.2.1.3.2. Diagrama de secuencia:

Para lograr representar de manera visual la interacción secuencial entre los diferentes elementos se utilizó el diagrama de secuencia (Figura 11); en la cual se expone la secuencia necesaria para solicitar una rutina de ejercicio.

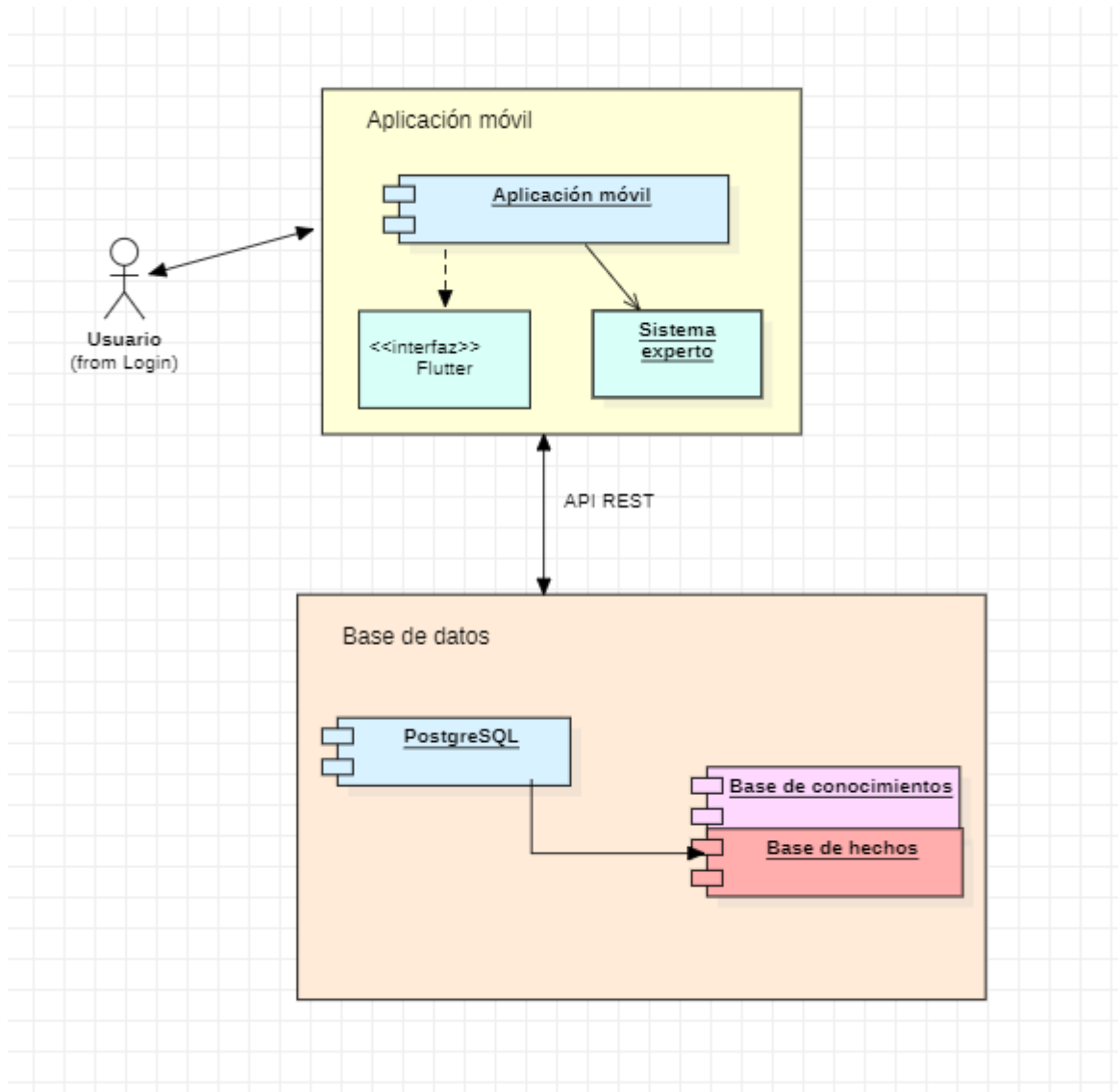
Figura 11: Diagrama de secuencia



2.2.1.3.3. Diseño arquitectónico:

En la Figura 12 se presenta el diseño arquitectónico del sistema, el cual utiliza la comunicación cliente-servidor mediante API REST tanto para la comunicación entre aplicación móvil-base de datos y sistema web de administración-base de datos.

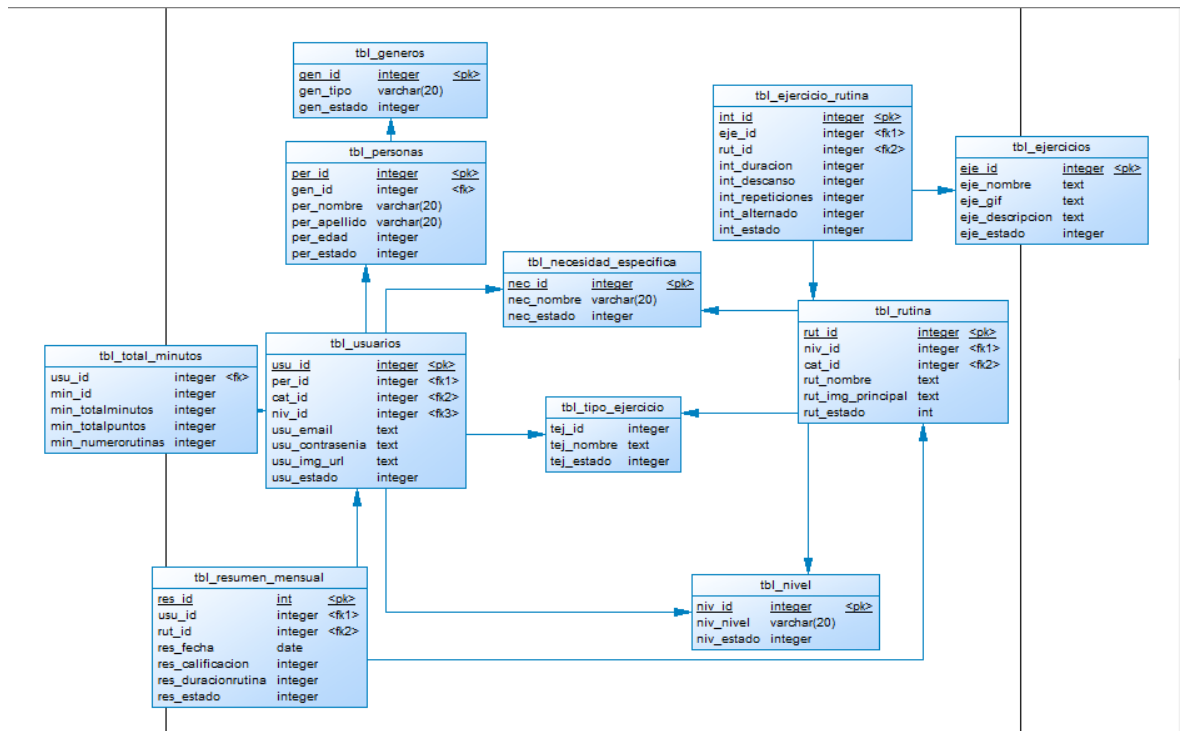
Figura 12: Diagrama arquitectónico del sistema



2.2.1.3.4. Diseño de base de datos:

En la Figura 13 se exponen las entidades y modelo de base de datos:

Figura 13: Modelo de base de datos



2.2.1.3.5. Diseño de interfaz de usuario:

Una vez que el usuario inicia sesión o termina su registro, ingresa automáticamente en la pantalla de inicio; la cual se muestra en la Figura 14.

Figura 14: Diseño de interfaz de usuario



2.2.1.3.6. Análisis y diseño de recomendación

Para lograr generar rutinas automáticas, se necesita generar la base de conocimiento. Para esto fue necesario hablar con los entrenadores y determinar las variables a utilizar para llevar a cabo este proceso.

Las variables que se decidieron a tomar en cuenta son: nivel de actividad y necesidad físicas del usuario. Para esto, en la Tabla 5 se exponen dichas variables que se tomaron en cuenta para lograr el desarrollo del sistema auto recomendador de rutinas de ejercicios físicos.

Tabla 5: Variables para la recomendación de rutinas

Campo	Variables	Inferencia	Valores Resultantes
Necesidad física	Categoría de usuario	Tipo de usuario	Obesidad
			Problemas de lumbares
Nivel de actividad física	Nivel	Para inferir la intensidad del entrenamiento	Principiante
			Intermedio
			Avanzado

2.2.2. Herramientas de desarrollo:

Una vez analizado los requerimientos de la aplicación y con la finalidad de cumplir con el objetivo de Longevity, se decidió indagar en las alternativas de desarrollo que ayudarán a satisfacer las solicitudes establecidas.

2.2.2.1. Entorno y lenguajes de programación:

Para la codificación de la aplicación móvil y web se decidió utilizar el lenguaje de programación *Flutter* ya que permite un desarrollo multiplataforma; además, ayuda a generar interfaces atractivas mediante *widgets* personalizables (Google LLC c, 2023).

En la implementación de la página web se decidió utilizar el mismo lenguaje de programación debido a que posee un alto rendimiento, gracias a que compila el código de manera nativa; esto permite crear aplicaciones de manera rápida y eficiente.

2.2.2.2. Sistema de gestión de base de datos:

La elección de una base de datos adecuada es crucial para el desarrollo de una aplicación o proyecto. En la actualidad existen varios sistemas gestores de bases de datos relacionales o no relacionales; sin embargo, PostgreSQL destaca por diversas razones,

una de las más importantes es que es una base relacional de código abierto utilizado ampliamente en aplicaciones web.

Debido a que la aplicación web y móvil requieren de herramientas para gestionar servicios de BackEnd, se optó por la alternativa de Supabase, la cual ocupa los servicios de la nube de AWS y está basada en PostgreSQL; se encarga de tomar la estructura de la base de datos para generar API REST automáticamente (APLYCA, 2023).

2.2.3. Metodología IDEAL:

2.2.3.1. Fase I: Inicialización

El objetivo del sistema experto que se desea implementar para este proyecto es el de generar rutinas de ejercicios (fortalecimiento, flexibilidad, resistencia, equilibrio) de manera automática para los usuarios con problemas de lumbares o de sobrepeso.

2.2.3.2. Fase II: Diagnóstico

Durante esta fase, se llevará a cabo un análisis exhaustivo sobre las características particulares de cada grupo de usuarios; es aquí donde se recopiló la información sobre las limitaciones físicas y preferencias de ejercicio. Esto permitirá identificar las reglas y el conocimiento necesario para personalizar las recomendaciones de ejercicio de manera efectiva, las cuales se adaptan a las necesidades de los perfiles de usuario.

2.2.3.3. Fase III: Establecer

En esta etapa se establecieron las estrategias de interacción entre la aplicación móvil y el sistema experto, de esta manera se logró garantizar una comunicación fluida.

2.2.3.4. Fase IV: Implementación

Se llevó a cabo un exhaustivo análisis de la funcionalidad de la aplicación; esto con el objetivo de brindar recomendaciones precisas de las rutinas de ejercicio adaptadas a las necesidades y capacidades de los usuarios. En este apartado también se recopiló la información de los usuarios para posteriormente utilizar los datos y representarlos en la gráfica comparativa sobre el progreso mensual de los usuarios.

2.2.4. Plan de pruebas

Previo a la entrega del sistema, se realizó una validación del funcionamiento de este mismo; es por ello por lo que se realizó una evaluación sobre el porcentaje de satisfacción en conjunto con el entrenador de Longevity. Al finalizar cada *Sprint* se realizó una prueba por cada requisito funcional, para así identificar tempranamente los errores de la aplicación y generar las soluciones pertinentes para mantener la calidad de la aplicación.

En la Tabla 6 se puede observar el modelo de plan de pruebas de aceptación propuesto para este proyecto.

Tabla 6: Pruebas de aceptación

Pruebas de aceptación				
ID	Descripción	Resultado esperado	Porcentaje de satisfacción	Observación
RF-01	El sistema experto deberá mostrar rutinas de ejercicios correspondientes a los diferentes tipos de usuarios	En el módulo “Rutinas”, se deberá mostrar ejercicios distintos para los diferentes usuarios mediante el sistema experto.	0%	-
RF-02	Los usuarios deben ser capaces de medir su progreso	Mediante un apartado, el usuario debe ver sus actividades realizadas a lo largo del mes, este apartado debe poseer el número total de entrenamientos y de tiempo	0%	-

		realizado en el mes.		
RF-03	Los usuarios al terminar cada rutina de entrenamiento deberán calificar su satisfacción sobre el entrenamiento realizado. Esto se toma en cuenta como puntos que posee cada usuario, al tener 120 puntos en el mes, este subirá de nivel.	Si todas las calificaciones hacia los ejercicios sumadas en el mes suman 120, el nivel del usuario se promueve.	0%	-
RF-04	El administrador debe tener la capacidad de registrar, actualizar o eliminar rutinas, ejercicios y/o usuarios.	Registro de exitoso de ejercicios y/o rutinas. Actualización de datos de los usuarios, ejercicios y rutinas. Eliminación de un usuario, rutina o ejercicio.	0%	-
RF-05	El usuario deberá poder iniciar sesión con su usuario y contraseña; caso contrario deberá crear su usuario para poder hacer	Se redirecciona a la página principal si son las credenciales o registro de usuario son correctos, caso contrario se	0%	-

	uso de la aplicación móvil	redirecciona a la página de inicio de sesión		
--	----------------------------	--	--	--

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este último capítulo se incorporan las interfaces de usuario de la aplicación móvil y las funcionalidades acordes a los requerimientos solicitados por Longevity. En este apartado se detallan las preguntas elaboradas para la toma de decisiones del sistema experto, de igual manera, se describen las tablas de decisiones que permitieron estructurar la base de conocimientos para el SE.

3.1. Conjunto de reglas para el sistema experto

RULE 1	IF categoría = obesidad AND nivel = principiante	THEN
	series = 3;	
	duracion = 25;	
	descanso = 25;	
RULE 2	IF categoría = obesidad AND nivel = intermedio	THEN
	series = 4;	
	duracion = 25;	
	descanso = 25;	
RULE 3	IF categoría = obesidad AND nivel = avanzado	THEN
	series = 4;	
	duracion = 30;	
	descanso = 25;	
RULE 4	IF categoría = problemas de lumabres AND nivel = principiante	THEN
	series = 3;	
	duracion = 25;	
	descanso = 25;	
RULE 5	IF categoría = problemas de lumabres AND nivel = intermedio	THEN
	series = 3;	

duracion = 25;

descanso = 20;

RULE 6 IF categoría = problemas de lumabres AND nivel = principiante THEN

series = 4;

duracion = 30;

descanso = 25;

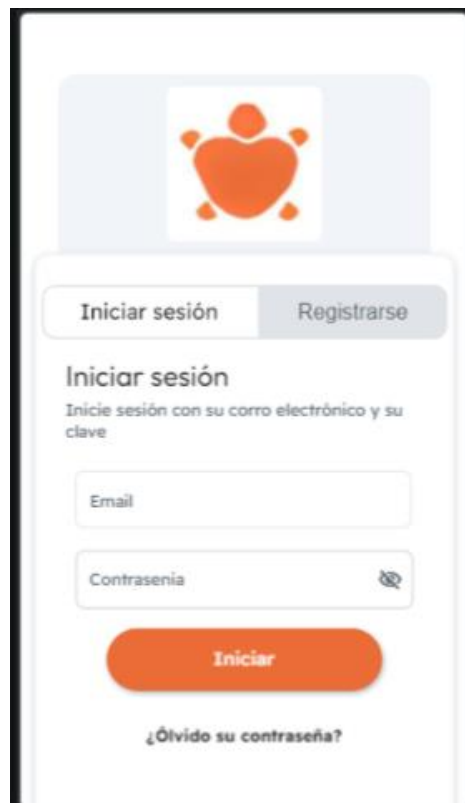
3.2. Interfaces

3.2.1 Interfaces móviles

3.2.1.1 Interfaz de acceso y registro para la aplicación móvil:

En la Figura 15 se observa la pantalla de inicio de sesión, los usuarios que posean una cuenta puedan tener acceso a las funcionalidades de la aplicación móvil.

Figura 15: Interfaz de inicio de sesión



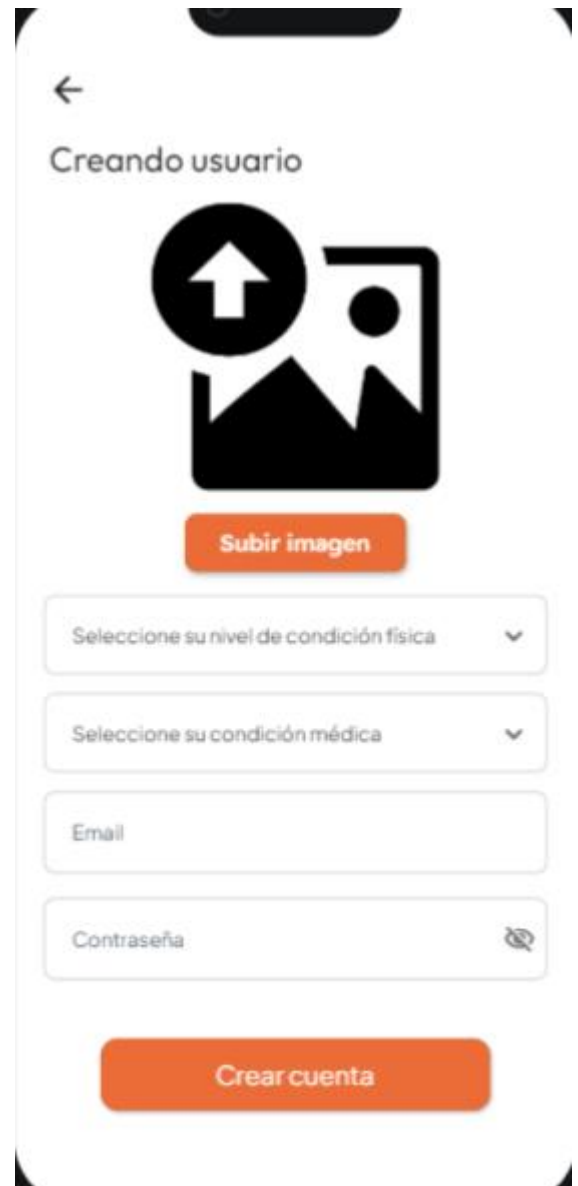
En caso de que el usuario no tenga una cuenta, debe ir al apartado de “Registrarse” y llenar los datos solicitados para poder crear una cuenta. En la Figura 16 y 17 se muestran

las pantallas junto con los datos que el usuario debe proporcionar para poder llevar a cabo su registro.

Figura 16: Interfaz de registro de usuario



Figura 17: Pantalla de creación de usuario



3.2.1.2 Interfaz de pantalla de inicio

Una vez iniciada sesión, el usuario se encuentra con la pantalla de inicio. Como se muestra en la Figura 18, el usuario puede ver un menú de navegación en el que se puede desplazar hacia las vistas de generación de rutina y búsqueda; de igual forma, encuentra una sección de ejercicios recomendados para él y los nuevos entrenamientos.

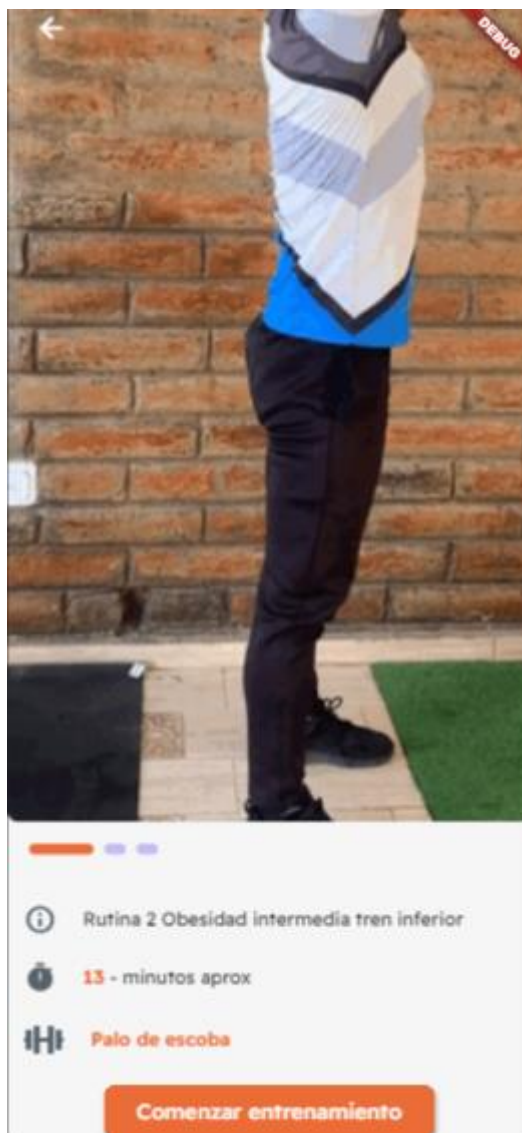
Figura 18: Pantalla de inicio



3.2.1.3 Interfaz para los detalles de una rutina

Cuando el usuario seleccione una rutina a realizar, se muestra un resumen con todos los ejercicios que contiene la rutina y con su debido tiempo. En la Figura 19 se muestra dicha interfaz.

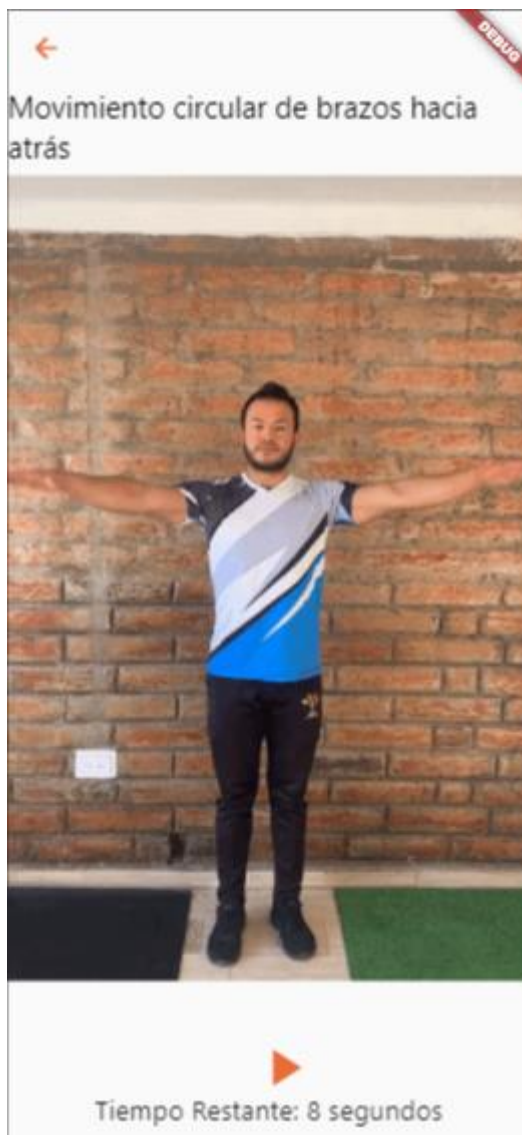
Figura 19: Interfaz para los detalles de una rutina



3.2.1.3.1. Interfaz inicio de rutina

Al oprimir el botón comenzar de la anterior interfaz, se inicia la rutina seleccionada y muestra la pantalla que figura en la Figura 20. De esta manera, el usuario puede ver el ejercicio actual, pausar o reanudar el entrenamiento. Al finalizar el entrenamiento se muestra un cuadro de diálogo en el que el usuario ingresa una calificación sobre cómo se sintió en dicho entrenamiento.

Figura 20: Interfaz inicio de rutina



3.2.1.4 Interfaz para configurar perfil

Para editar el perfil, el usuario puede utilizar el menú inferior e irse al apartado de configuración. En la Figura 21 se muestra la foto de perfil actual del usuario, además un botón en el que se encuentran sus datos personales y de usuario.

Figura 21: Interfaz de configuración



3.2.1.5 Interfaz para editar perfil

Para que el usuario pueda editar su perfil, se creó la interfaz que se puede observar en la Figura 22; aquí se encuentra la información personal del usuario.

Figura 22: Interfaz para editar perfil

DEBUG

longevity
Vivir más años es posible

Actualizar datos personales

Nombres
Carlos

Apellidos
Betancourt

Fecha de nacimiento
1970/1/1

Estatura m
1.67

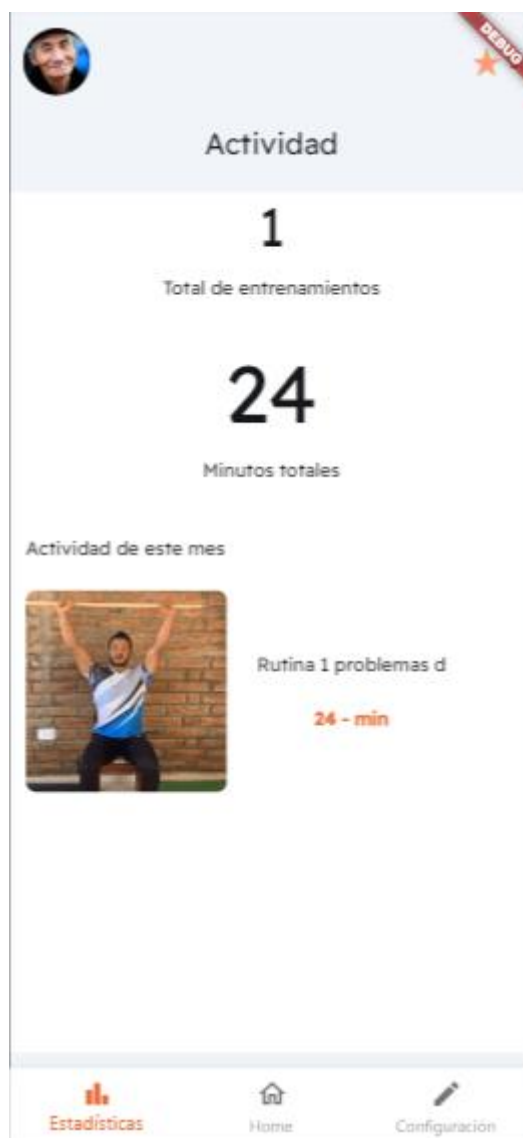
Peso Kg
80

Género
Masculino

3.2.1.5 Interfaz de estadísticas

El usuario puede ver los ejercicios realizados en el mes, junto con un conteo del total de rutinas y de minutos realizados en el mes. En la Figura 23 se puede apreciar lo antes mencionado.

Figura 23: Interfaz de estadísticas



3.2.2 Interfaces web

3.2.2.1 Interfaz de inicio de sesión

La primera interfaz con la que se encontrará el administrador será el inicio de sesión, para poder ingresar al sistema y realizar las acciones pertinentes de acuerdo con su rol debe ingresar el usuario y la contraseña que se le fue otorgado. En la Figura 24 se puede observar el diseño de dicha interfaz.

Figura 24: Inicio de sesión web

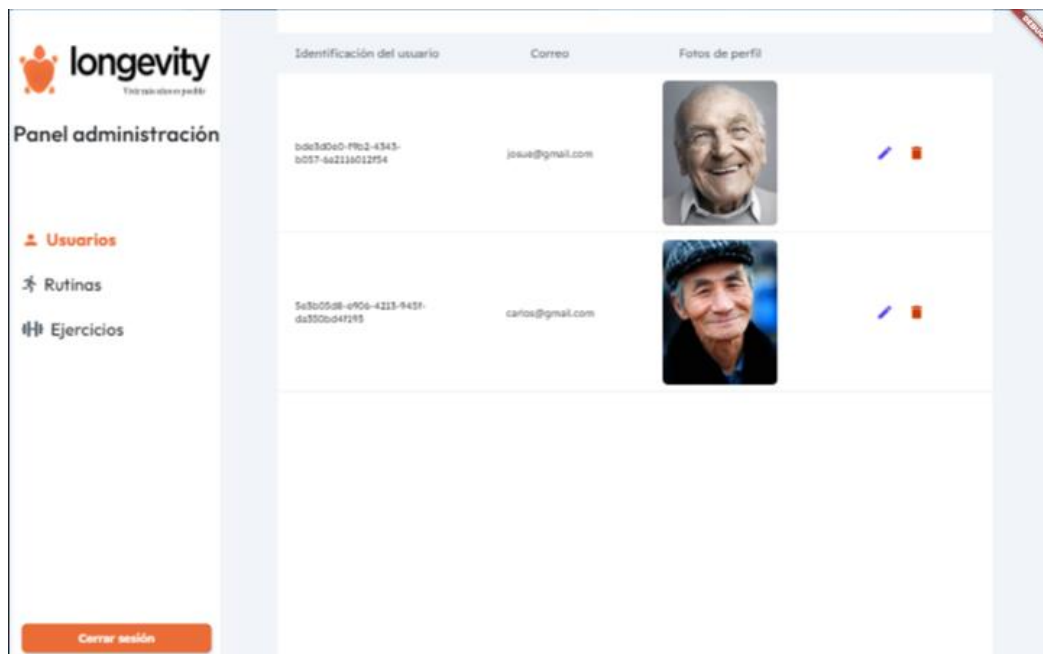


The image shows the login page for the Longevity website. At the top left is the Longevity logo, which consists of an orange stylized human figure with arms raised, followed by the word "longevity" in a bold, black, sans-serif font. Below the logo is the tagline "Vivir más años es posible" in a smaller, black, sans-serif font. The main content area is a white rounded rectangle centered on the page. Inside this rectangle, at the top, is a white rounded button with the text "Inicio de sesión". Below this button are two white rounded input fields: the first is labeled "Email" and the second is labeled "Contraseña". At the bottom of the white rounded rectangle is a large, orange rounded button with the text "Iniciar sesión" in white.

3.2.2.2 Interfaz para editar de usuarios

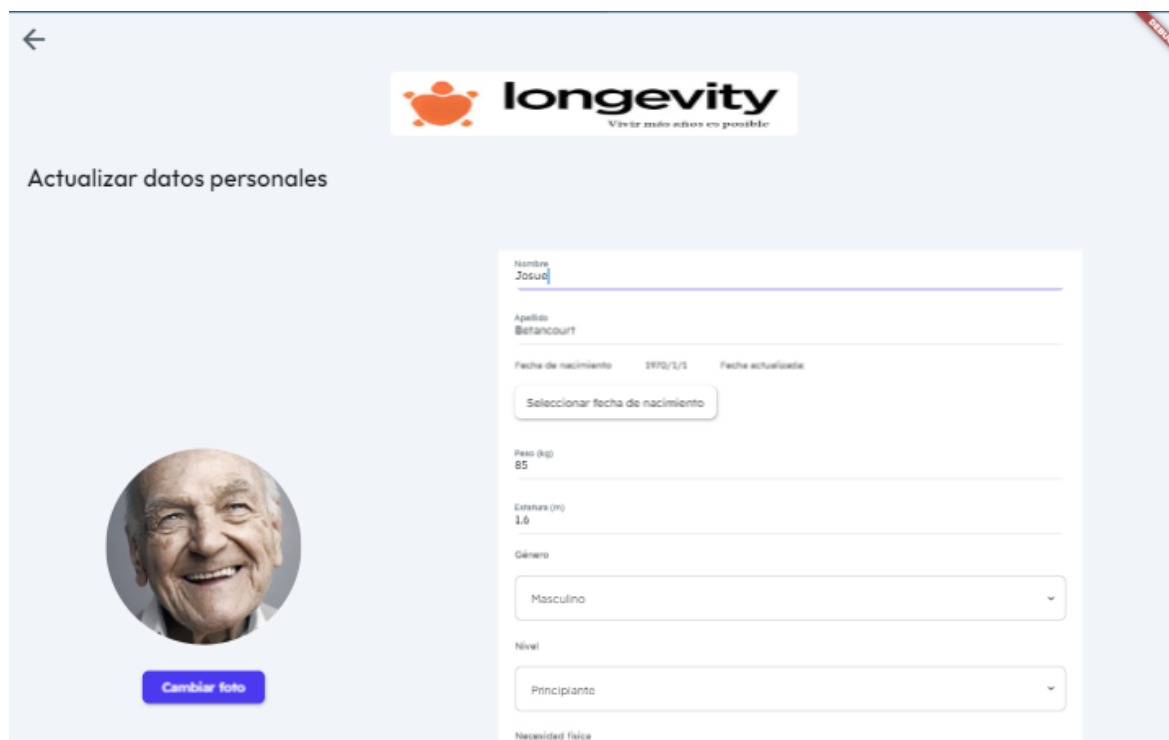
Una vez ingresado en el sistema, el administrador podrá realizar acciones correspondientes a los usuarios, rutinas y ejercicios. En la Figura 25 se muestran los usuarios registrados; el administrador podrá editarlos o eliminarlos.

Figura 25: Interfaz para visualizar usuarios



En la Figura 26, se muestra cuáles son los parámetros que puede modificar el administrador del usuario.

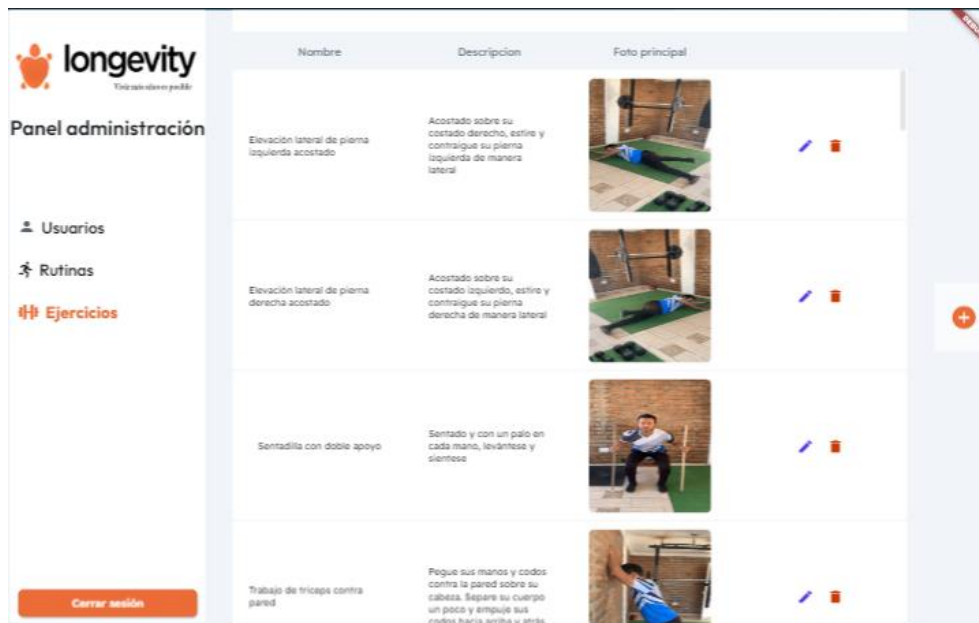
Figura 26: Editar usuario



3.2.2.3 Interfaz para editar ejercicios

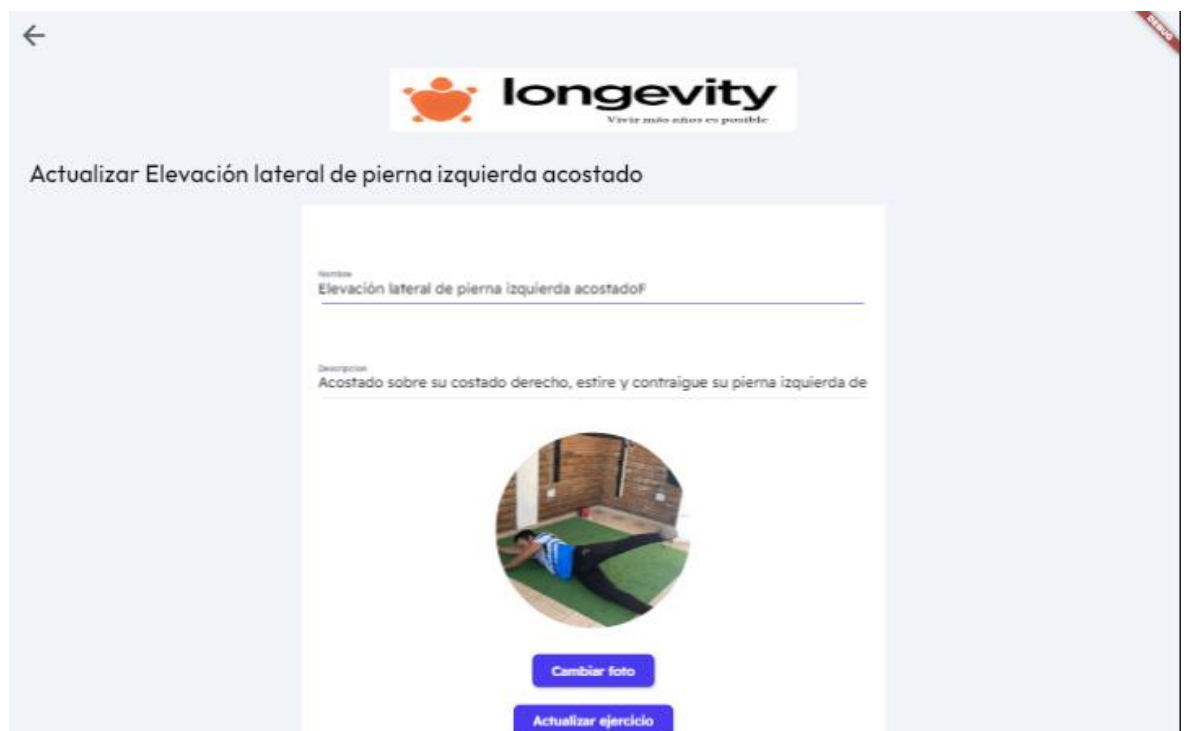
La otra acción que puede realizar el administrador es el editar, eliminar o insertar más ejercicios. En la Figura 27 se puede observar la interfaz implementada.

Figura 27: Interfaz para visualizar ejercicios



En la Figura 28 se muestra la interfaz designada a la edición de los ejercicios:

Figura 28: Editar ejercicio



En la Figura 29 se observa los campos necesarios para poder insertar un ejercicio.

Figura 29: Insertar ejercicio

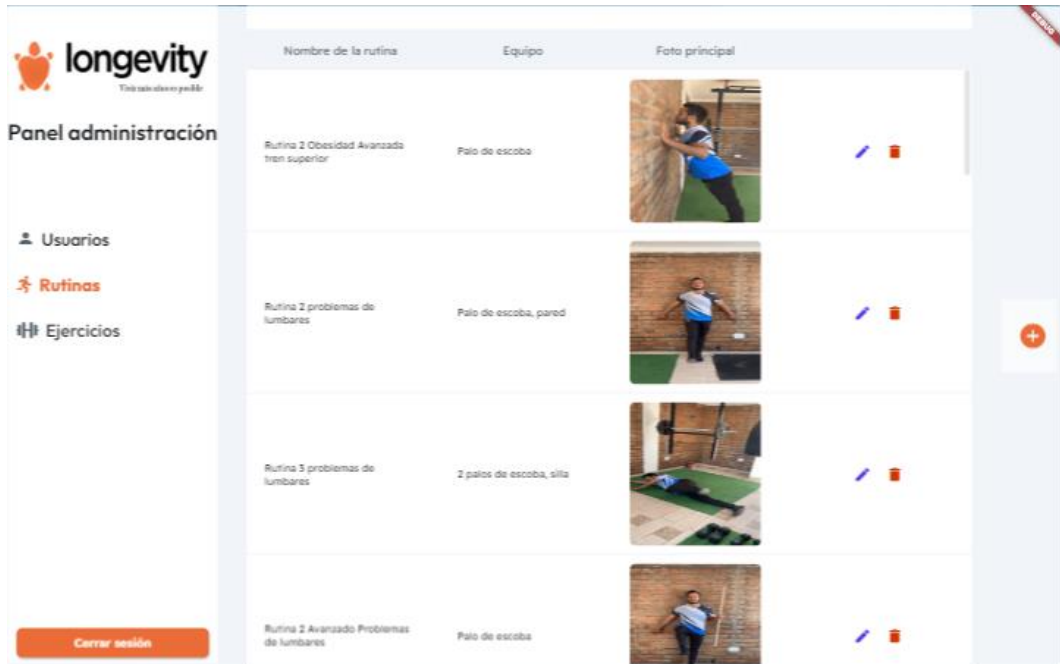


The screenshot shows a mobile application interface for adding an exercise. At the top, there is a back arrow on the left and the Longevity logo with the tagline 'Vivir más años es posible' on the right. Below the logo, there are two text input fields: 'Nombre del ejercicio' and 'Descripción del ejercicio'. In the center, there is a large icon representing an image upload, consisting of a black square with a white arrow pointing up and a white photo icon. Below this icon is a blue button labeled 'Seleccionar imagen'. At the bottom, there is an orange button labeled 'Guardar ejercicio'.

3.2.2.3. Interfaz para rutina

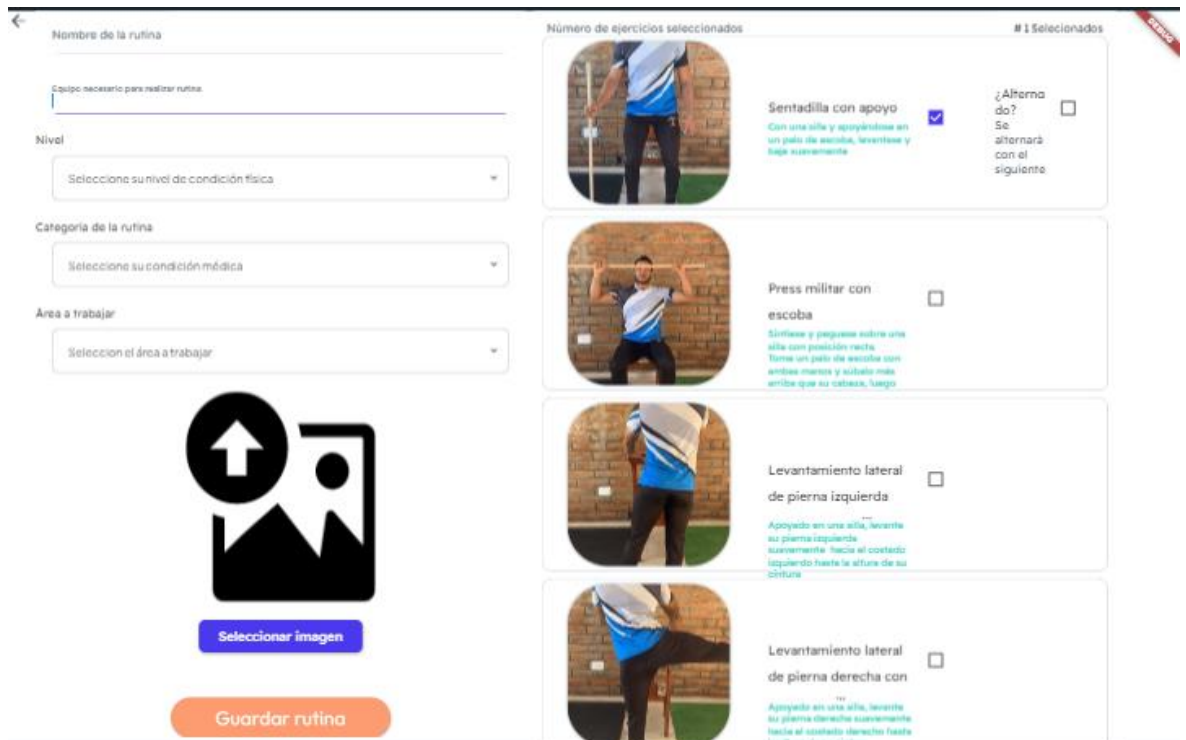
En la Figura 30 se pueden visualizar todas las rutinas disponibles, se permite editar, eliminar o insertar una nueva rutina.

Figura 30: Visualización de rutinas



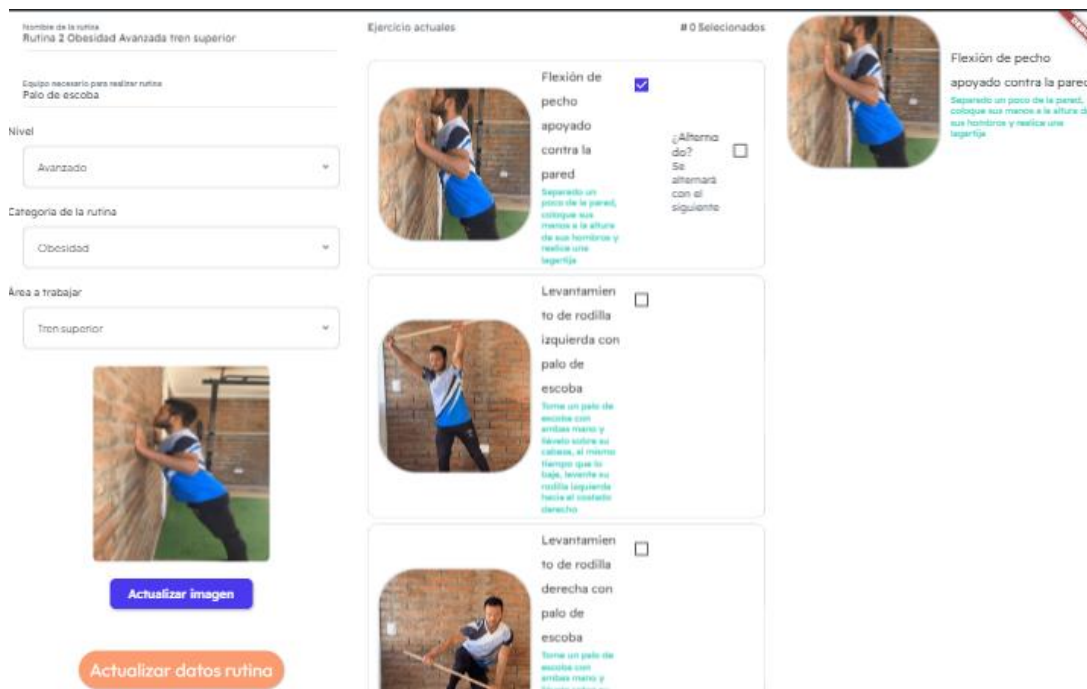
En la Figura 31 se observa la interfaz para insertar una nueva rutina.

Figura 31: Interfaz para insertar rutina



En la Figura 32 se muestra el procedimiento para poder editar una rutina. Una vez seleccionado el ejercicio, aparecerá en la siguiente columna un resumen con los nuevos ejercicios para rutina.

Figura 32: Actualizar rutina



3.3 Pruebas

Ya finalizada la demostración de las funcionalidades del sistema auto recomendador, se procede a mostrar los resultados obtenidos al aplicar pruebas de aceptación del usuario mediante el porcentaje de satisfacción que sintieron al hacer uso de la aplicación móvil.

Cada prueba de aceptación se la realizó en conjunto con los usuarios al finalizar cada *Sprint*, debido a esto se logró identificar errores en los cuales se pudo aplicar una solución temprana. En la Tabla 7 se muestran los resultados de aceptación.

Tabla 7: Resultados de las pruebas de aceptación

Pruebas de aceptación				
ID	Descripción	Resultado esperado	Porcentaje de satisfacción	Observación
RF-01	El sistema experto deberá mostrar rutinas de ejercicios correspondientes a los diferentes tipos de usuarios	En el módulo “Rutinas”, se deberá mostrar ejercicios distintos para los diferentes usuarios mediante el sistema experto.	80%	La prueba se llevó a cabo con éxito; para cada diferente usuario, y dependiendo de su nivel y categoría seleccionada, se mostraba diferentes ejercicios. Su satisfacción no fue total debido a que las imágenes tardan en cargarse.
RF-02	Los usuarios deben ser capaces de medir su progreso	Mediante un apartado, el usuario debe ver sus actividades realizadas a lo largo del mes, este apartado debe poseer el número total de entrenamientos y de tiempo	90%	La prueba se registró con éxito, a los usuarios les gustó saber el tiempo que le dedicaban mensualmente a la actividad física.

		realizado en el mes.		
RF-03	Los usuarios al terminar cada rutina de entrenamiento deberán calificar su satisfacción sobre el entrenamiento realizado. Esto se toma en cuenta como puntos que posee cada usuario, al tener 120 puntos en el mes, este subirá de nivel.	Si todas las calificaciones hacia los ejercicios sumadas en el mes suman 120, el nivel del usuario se promueve.	95%	A los usuarios les gustó la idea de obtener puntos y de esa manera poder ir subiendo, de manera automática, de categoría.
RF-04	El administrador debe tener la capacidad de registrar, actualizar o eliminar rutinas, ejercicios y/o usuarios.	Registro de exitoso de ejercicios y/o rutinas. Actualización de datos de los usuarios, ejercicios y rutinas. Eliminación de un usuario, rutina o ejercicio.	100%	Se obtuvo los resultados esperados.
RF-05	El usuario deberá poder iniciar sesión con su usuario y contraseña; caso contrario deberá crear su usuario para poder hacer uso de la aplicación móvil	Se redirecciona a la página principal si son las credenciales o registro de usuario son correctos, caso contrario se redirecciona a	100%	Se generó la prueba con los resultados esperados.

		la página de inicio de sesión		
--	--	-------------------------------	--	--

Culminadas las pruebas, se puede concluir que el sistema cumple satisfactoriamente con los requisitos funcionales y no funcionales.

Conclusiones

Con la finalización de sistema auto recomendador de rutinas se ha podido llegar a las siguientes conclusiones:

- 1) Gracias a las entrevistas realizadas al director y entrenador de Longevity, se logró implementar interfaces y ejercicios de acuerdo con las necesidades de los tipos de usuario abarcados en este proyecto.
- 2) La implementación del sistema experto permitió generar rutinas de ejercicios dependiendo de la edad, género, dolencia física y categoría ejercicio a realizar; de esa manera los usuarios podrán realizar rutinas de acuerdo con sus capacidades físicas.
- 3) El apartado de estadísticas fue de gran ayuda para los usuarios, de esta manera pudieron llevar un control mejor sobre su tiempo mensual dedicado al entrenamiento físico.
- 4) La administración de los usuarios y de los ejercicios se llevó a cabo con total facilidad.

Recomendaciones

- 1) Se recomienda utilizar los sensores del celular para realizar un *tracking* de los ejercicios de cardio como caminatas o trotes para presentar un mejor resumen sobre la actividad que realiza el usuario.
- 2) Se podría implementar sensores externos para poder tener un programa en vivo que corrija la posición y ejecución de los ejercicios.
- 3) Se recomienda vincular la aplicación con las redes sociales para que los usuarios puedan ver las actividades que realizan sus amigos; esto con la finalidad de buscar una manera de interactuar con ellos.
- 4) Se podría implementar realidad aumentada para generar una experiencia diferente para los usuarios, similar un juego online en el que las personas puedan interactuar con otras mediante sus avatares.

Bibliografía

- APLYCA. (28 de Febrero de 2023). *Supabase: una alternativa ágil de código abierto*. Recuperado el 06 de Marzo de 2023, de <https://www.aplyca.com/blog/blog-supabase-una-alternativa-agil-de-codigo-abierto>
- Apple Inc a. (2021). *Swift: Powerful and intuitive programming language for iOS, iPadOS, macOS, tvOS, and watchOS [Swift: Lenguaje de programación potente e intuitivo para iOS, iPadOS, macOS, tvOS y watchOS]*. Recuperado el 23 de Mayo de 2023, de <https://developer.apple.com/swift/>
- Apple Inc b. (2021). *Objective-C: A general-purpose, object-oriented programming language [Objective-C: Lenguaje de programación orientado a objetos de uso general]*. Recuperado el 23 de Mayo de 2023, de <https://developer.apple.com/library/archive/documentation/Cocoa/Conceptual/ProgrammingWithObjectiveC/Introduction/Introduction.html>
- Chacaltana La Rosa, H. A. (Septiembre de 2017). *Sistema Experto para el Diagnóstico de Enfermedades Respiratorias en el Hospital Central de la Policía Nacional del Perú Luis N. Sáenz*. Recuperado el 24 de Mayo de 2023, de <https://core.ac.uk/download/pdf/230577437.pdf>
- Facebook Inc. (2021). *React Native: A framework for building native apps using React [React Native: Un marco para crear aplicaciones nativas con React]*. Recuperado el 23 de Mayo de 2023, de <https://reactnative.dev/>
- Google LLC a. (2021). *Android Developers: Java Programming Language [Desarrolladores Android: Lenguaje de programación Java]*. Recuperado el 23 de Mayo de 2023, de <https://developer.android.com/studio/write/java8-support>
- Google LLC b. (2021). *Android Developers: Kotlin Programming Language [Desarrolladores Android: Lenguaje de programación Kotlin]*. Recuperado el 23 de Mayo de 2023, de <https://developer.android.com/kotlin>
- Google LLC c. (2023). *Flutter: Beautiful native apps in record time [Flutter: Bonitas aplicaciones nativas en tiempo récord]*. Recuperado el 23 de Mayo de 2023, de <https://flutter.dev/>
- Instituto Nacional Sobre el Envejecimiento. (3 de Abril de 2020). Obtenido de Beneficios del ejercicio y la actividad física | National Institute on Aging: <https://www.nia.nih.gov/espanol/beneficios-ejercicio-actividad-fisica>
- Ionic Framework Team. (2021). *Ionic Framework: Build amazing native and progressive web apps with HTML, CSS, and JavaScript [Marco de trabajo Ionic:*

Construye increíbles apps nativas y web progresivas con HTML, CSS y JavaScript. Recuperado el 23 de Mayo de 2023, de <https://ionicframework.com/>

Masaad, M., Ahmed, T., Jan, S., Qudus Khan, F., & Ullah, A. (Marzo de 2021). A Comparative Analysis of Mobile Application Development Approaches [Análisis comparativo de los enfoques de desarrollo de aplicaciones móviles]. *Pakistan Academy of Sciences*, 35-45. Recuperado el 23 de Mayo de 2023, de https://www.researchgate.net/publication/354199009_A_Comparative_Analysis_of_Mobile_Application_Development_Approaches

Microsoft Corporation. (2021). *Xamarin: Build native mobile apps for iOS, Android, and Windows [Xamarin: cree aplicaciones móviles nativas para iOS, Android y Windows]*. Recuperado el 23 de Mayo de 2023, de <https://dotnet.microsoft.com/apps/xamarin>

Muntaner Mas, A., Palou Sampol, P., & Vidal Conti, J. (2016). Efectos de un programa de entrenamiento presencial vs prescripción a través de una aplicación móvil en personas mayores (Effects of face-to-face training intervention versus mobile application prescription among elderly). *Retos*, 29, 32-37. Recuperado el 14 de Mayo de 2023, de <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/36019>

MySQL. (2023). *MySQL Documentation [Documentación de MySQL]*. Recuperado el 28 de Junio de 2023, de <https://dev.mysql.com/doc/>

Nazir, M., Amin, A., Ahmad, O., Yaseen, A., & Sabah, A. (2020). *Software Quality Assurance and Android Application Development: A Comparison among Traditional and Agile Methodology [Garantía de calidad del software y desarrollo de aplicaciones Android: Una comparación entre la metodología tradicional y la ágil]*. Recuperado el 23 de Mayo de 2023, de <https://lgurjcsit.lgu.edu.pk/index.php/lgurjcsit/article/view/105/109>

Nimble Humanize Work. (2023). *What Is Extreme Programming (XP)? & It's Values, Principles, And Practices [¿Qué es la programación extrema (XP) y sus valores, principios y prácticas?]*. Recuperado el 24 de Mayo de 2023, de <https://www.nimblework.com/agile/extreme-programming-xp/>

Örücü, S., & Murat, S. (15 de Enero de 2020). Design and Validation of Rule-Based Expert System. *Applied Sciences*. Recuperado el 14 de Mayo de 2023, de <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/2/611>

PHP. (2023). *PHP Manual [Manual de PHP]*. Recuperado el 28 de Junio de 2023, de <https://www.php.net/manual/en/>

- Saibene, A., Assale, M., & Giltri, M. (1 de Septiembre de 2021). Expert systems: Definitions, advantages and issues in medical field applications. *ELSEVIER*, 177(114900). Recuperado el 7 de Mayo de 2023, de <https://sci-hub.3800808.com/10.1016/j.eswa.2021.114900#>
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2017). *The Scrum Guide: The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game [La Guía Scrum: La Guía Definitiva de Scrum: Las Reglas del Juego]*. Recuperado el 24 de Mayo de 2023, de <https://www.scrum.org/>
- Verdun, J. D. (Mayo de 1987). *METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS EXPERTOS*. Recuperado el 26 de Junio de 2023, de <https://oa.upm.es/1057/>
- Yacelga, S. (2018).). *Sistema experto web y móvil para la determinación de rutinas y dietas en el gimnasio fuerza extrema utilizando la herramienta libre clips*. Recuperado el 7 de Mayo de 2023, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8753/1/04%20ISC%20490%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Cassola, F., Morgado, L., Carvalho, F. d., Paredes, H., Fonseca, B., & Martins, P. (2014, Febrero 17). Online-Gym: A 3D Virtual Gymnasium Using Kinect Interaction. *Procedia Technology*, 13, 130 - 138. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2014.02.017>.
- NetApp. (s.f.). *¿Qué es la IA y por qué es importante?* NetApp. Recuperado el Marzo 4, 2023, de <https://www.netapp.com/es/artificial-intelligence/what-is-artificial-intelligence/>
- Ford, R., & Wiedemann, J. (Eds.). (2011). *Apps para dispositivos móviles: casos de estudio* (G. Deza Guil, Trans.). Taschen.
- Gómez, V. (2022, Febrero 28). *Rosita Longevity, la 'app' para mejorar la calidad de vida a los mayores de 60 años*. Cinco Días. Recuperado el Noviembre 19, 2022, de https://cincodias.elpais.com/cincodias/2022/02/27/companias/1645965969_939233.html
- Instituto Nacional Sobre el Envejecimiento. (2020, Abril 3). *Beneficios del ejercicio y la actividad física | National Institute on Aging*. National Institute on Aging. Recuperado el Noviembre 4, 2022, de <https://www.nia.nih.gov/espanol/beneficios-ejercicio-actividad-fisica>

- Instituto Nacional Sobre el Envejecimiento. (2022, Febrero 22). *Los cuatro tipos de ejercicio que pueden mejorar su salud y capacidad física*. National Institute on Aging. Recuperado el Noviembre 6, 2022, de <https://www.nia.nih.gov/espanol/cuatro-tipos-ejercicio-pueden-mejorar-su-salud-capacidad-fisica>
- López Jiménez, D. F., & Alcázar Ponce, J. P. d. (s.f.). *Vista de Transformación digital en Ecuador: la pandemia como acelerador del ecosistema*. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar. Recuperado el Noviembre 13, 2022, de <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/932/1262>
- Blanco, P., Fumero, A., Camarero, J., Weterski, A., & Rodríguez, P. (2023). *Metodología de desarrollo ágil para sistemas móviles Introducción al desarrollo con Android y el iPhone*. Wikipedia. Recuperado el Enero 05, 2023, de https://www.researchgate.net/publication/267795011_Metodologia_de_desarrollo_agil_para_sistemas_moviles_Introduccion_al_desarrollo_con_Android_y_el_iPhone
- CEUPE. (s.f.). *¿Qué es un Sistema Experto? Definición, tipos, y aplicaciones*. CEUPE. Recuperado el Diciembre 28, 2022, from <https://www.ceupe.com/blog/sistema-experto.html>
- Ministerio de Salud Pública. (2018). *ENCUESTA STEPS ECUADOR 2018 MSP, INEC, OPS/OMS Vigilancia de enfermedades no transmisibles y factores de riesgo INFORME DE RESULTADOS*. Ministerio de Salud Pública. Recuperado el Noviembre 4, 2022, de <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2020/10/INFORME-STEPS.pdf>
- Ministerio de Salud Pública. (2020, Septiembre 29). *MSP previene enfermedades cardiovasculares con estrategias para disminuir los factores de riesgo – Ministerio de Salud Pública*. Ministerio de Salud Pública. Recuperado el Octubre 25, 2022, de <https://www.salud.gob.ec/msp-previene-enfermedades-cardiovasculares-con-estrategias-para-disminuir-los-factores-de-riesgo/>
- Núñez Canaria, F. E., & Beleño Villamizar, M. F. (2022). *ACTIVIDAD FÍSICA PARA EL ADULTO MAYOR "AFAM"*. ACTIVIDAD FÍSICA PARA EL ADULTO MAYOR "AFAM" 1 Efecto de un programa de ejercicio físico mediado por tecnología sob. Recuperado el Noviembre 13, 2022, de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/45427/2022Bele%c3%b1oMaria?sequence=7&isAllowed=y>
- Rosita Longevity. (2022, Noviembre 13). *Rosita: Senior Online Exercise - Apps on Google Play*. Google Play. Recuperado el Noviembre 19, 2022, de <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.heartsradiant.rosita&referrer>

=af_tranid%3DjNYsUZITRVOJ3a8TDKbjog%26shortlink%3Dail34jev%26c%3DWeb%20Home%20ES%26pid%3Dweb_home_ES

Santamaría Puerto, G., & Hernández Rincón, E. (2015, Junio 26). *Aplicaciones Médicas Móviles: definiciones, beneficios y riesgos*. SciELO Colombia. Recuperado el Noviembre 13, 2022, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-55522015000300016

Sanz, E., & Delgado, D. (2018, Septiembre 22). *¿Cómo son los miembros de la Generación X?* Muy Interesante. Recuperado el Noviembre 6, 2022, de <https://www.muyinteresante.es/salud/articulo/icomosonlosmiembrosdelageneracion-x>

Valleboni, C. (2022, Septiembre 15). *Los años plateados: así es cómo las marcas reconvierten su mensaje para llegar a los renovados adultos mayores*. Forbes Ecuador. Recuperado el Octubre 30, 2022, de <https://www.forbes.com.ec/negocios/los-anos-plateados-asi-como-marcas-reconvierten-su-mensaje-llegar-renovados-adultos-mayores-n22072>

Anexo 1: Carta de aceptación y conformidad

Carta de aceptación de proyecto en una empresa

28/02/2023

Dirigido a: Josue David Betancourt Dueñas

Cardial saludo.

Por este medio se notifica a Josue David Betancourt Dueñas la aceptación del proyecto "Sistema recomendador basado en inteligencia artificial que sugiere rutinas de ejercicios para un envejecimiento activo en adultos pertenecientes a Longevity, mediante una aplicación web móvil". El cual se llevará a cabo a partir del próximo 15 de abril del 2023 hasta el 30 agosto del presente año.

El encargado de la implementación del proyecto es Josue David Betancourt Dueñas. Por parte de Longevity, estamos seguros de que la culminación de este proyecto se llevará a cabo bajo la mejor manera posible para cumplir con la fecha de entrega establecida.



Josue David Betancourt Dueñas
Estudiante de la PUCESI



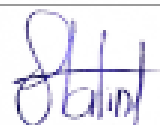
Representante de Longevity
0980406985

Anexo 2: Certificación de Antiplagio

22/02/23, 17:48

Turnitin - Informe de Originalidad - TESIS

Turnitin Informe de Originalidad



Procesado el: 22-sept.-2023 17:37 -05
 Identificador: 2174079003
 Número de palabras: 10368
 Entregado: 1

Índice de similitud

3%

Similitud según fuente

Internet Sources:	0%
Publicaciones:	0%
Trabajos del estudiante:	3%

TESIS Por Josue Betancourt

3% match (trabajos de los estudiantes desde 16-feb.-2023)

[Submitted to Pontificia Universidad Católica del Ecuador - PUCE on 2023-02-16](#)

[Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra ESCUELA DE INGENIERÍA INFORME FINAL DEL PROYECTO TEMA: SISTEMA RECOMENDADOR BASADO EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL QUE SUGIERE RUTINAS DE EJERCICIOS PARA UN ENVEJECIMIENTO ACTIVO EN ADULTOS PERTENECIENTES A LONGEVITY, MEDIANTE UNA APLICACIÓN WEB MÓVIL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA DE SOFTWARE, INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO EN TICs AUTOR/A: JOSUE DAVID BETANCOURT DUEÑAS ASESOR/A: STALIN MARCELO ARCINIEGAS AGUIRRE 1 \[ÍNDICE DE CONTENIDOS RESUMEN Y PALABRAS CLAVE\]\(#\)](#)

..... 6 [ABSTRACT](#)

..... 7 [INTRODUCCIÓN](#)

8 [Objetivo general](#)

9 [Objetivos específicos:](#)

9 [CAPÍTULO I:](#)

11 [ESTADO DEL ARTE:](#)

11 [1.1 Conceptos básicos:](#)

11.1.1. Resumen de las ECNT en el Ecuador: 11

11.1.2. Época de pandemia: 11

11.1.3. Ventajas de la virtualidad o digitalización: 11

11.1.4. Desarrollo de aplicaciones móviles: 12

11.1.5. Metodologías para el desarrollo de aplicaciones móviles: 12

11.1.6. Inteligencia artificial 14

11.1.7. Sistema experto: 15

15.1.2. Investigaciones previas: 19

19.1.2.1. Diseño y validación de un sistema experto basado en reglas mediante el uso de Kinect V2 para el apoyo a deportistas en tiempo real: 19

19.1.2.2. Sistema Experto para el 19

Anexo 3: Entrevistas

Entrevista dirigida al fundador:

1. ¿Cuál es la población a la cual se quiere atender? ¿Por qué?
Son los adultos a partir de los 35 años, ya que a esa edad comienza el tema de los cuidados y el envejecimiento.
2. ¿Qué objetivos espera que cumpla la aplicación?
El proyecto está enfocado en tener cuidados desde una temprana edad, por ello el objetivo principal es el de brindar apoyo en el cuidado físico de los adultos gracias a la realización de rutinas de ejercicios dirigidas hacia sus capacidades y cualidades físicas.
3. ¿Qué tecnología considera importante para este tipo de desarrollo?
Las tecnologías antes que nada deben ser *Open Source*, ya que la mayoría de los desarrollos se basan en esto. Por otro lado, el sistema experto puede ser basado en reglas para determinar el conjunto de ejercicios que un tipo de usuario puede realizar; una de las herramientas más utilizadas es *Clips*.
4. ¿Existe alguna restricción para desarrollar la aplicación?
No existe restricción alguna para el uso de herramientas de desarrollo al momento de implementar el proyecto.

Entrevista dirigida al entrenador físico:

1. ¿Cuál es la importancia de brindar este tipo de servicio a esta población?
La importancia de este tipo de servicio radica en el querer mejorar su estilo y calidad de vida, con la finalidad de evitar el sedentarismo y tener una vida saludable.
2. ¿Cuál es el tipo de usuario más común con el que se ha encontrado?
Existen dos tipos de usuarios con los cuáles he tenido más acercamiento, uno de ellos sufre de problemas en las lumbares; lo cual al final afecta las rodillas y articulaciones debido a una constante mala posición al momento, lo cual puede terminar en un atrofiamiento muscular. El otro usuario es uno que posee sobrepeso, a este tipo de usuario lo ayudamos con una guía básica de alimentación y ejercicios dirigidos al sistema cardio vascular.
3. ¿Ambos tipos de usuario pueden realizar los mismos ejercicios?

Generalmente sí pueden, pero depende de los casos; las sentadillas pueden complicarse para los primeros tipos de usuario; depende de la fuerza que tengan.

4. ¿Existe algún tipo de ejercicio que puede realizar cualquier persona sin importar sus capacidades físicas/motoras?

No, porque existe el principio de individualidad la cual brinda un enfoque para medir sus capacidades y cualidades físicas de una persona.