



Universidad del Valle

**PROTOTIPO DE SISTEMA DE RECOMENDACIÓN PARA EL APOYO A
FUTBOLISTAS AMATEUR EN EL DESARROLLO DE SU ENTRENAMIENTO
DEPORTIVO DE MANERA INDIVIDUAL**

**MARLON MORALES COBO
JHOAN MANUEL VASQUEZ LENIS**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
COLOMBIA, VALLE DEL CAUCA - TULUÁ
2021**

**PROTOTIPO DE SISTEMA DE RECOMENDACIÓN PARA EL APOYO A
FUTBOLISTAS AMATEUR EN EL DESARROLLO DE SU ENTRENAMIENTO
DEPORTIVO DE MANERA INDIVIDUAL**

**MARLON MORALES COBO 1866141
JHOAN MANUEL VASQUEZ LENIS 1859867**

**DOCUMENTO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA LA
OBTENCIÓN DE GRADO DE INGENIERO DE SISTEMAS**

TUTOR: Ing. JOSHUA DAVID TRIANA MADRID Msc.

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
COLOMBIA, VALLE DEL CAUCA - TULUÁ
2021**

Agradecimientos

A Dios por la vida que nos dió.

A nuestros padres por brindarnos siempre su apoyo incondicional.

A nuestros profesores por los conocimientos otorgados durante nuestra carrera.

*A mi compañero de estudio por su tiempo, amistad y compromiso durante toda la
carrera.*

Tabla de contenidos

- 1. Introducción**
- 2. Planteamiento del problema**
 - 2.1 Descripción del problema**
 - 2.2 Formulación del problema**
- 3. Objetivos**
 - 3.1 Objetivo general**
 - 3.2 Objetivo específico**
 - 3.3 Resultados esperados**
- 4. Marco de Referencia**
 - 6.1 Marco conceptual**
 - 6.2 Marco teórico**
 - 6.3 Marco de Antecedentes**
- 5. Metodología**
- 6. Cronograma de actividades**
- 7. Modelo**
- 8. Implementación**
 - Diseño e implementación de la aplicación**
- 9. Pruebas**
- 10. Conclusiones y trabajos futuros**
- 11. Anexos**

- 14. Bibliografía**

1. Introducción

El problema actual que viven los deportistas, el cual les impide realizar sus actividades deportivas sin ningún tipo de restricción debido al confinamiento presentado por los distintos gobiernos del mundo a causa de la pandemia Covid-19, lo sufren todos los deportistas del planeta, sin embargo actualmente, muchos de los países, han flexibilizado un poco sus confinamientos, pero aunque algunas restricciones pierdan rigidez, continúan en pie otras como lo son evitar cualquier tipo de reunión de un número considerable de personas, problema que afecta específicamente aquellos que practican algún deporte de conjunto, como lo es el fútbol. Este es un problema el cual su posible solución subyace en lo que es el área de la informática, donde un sistema de información, puede hacer las veces de entrenador de deportistas, el cual puede sugerirle a un futbolista amateur, que rutinas deportivas puede realizar para que él mejore su nivel deportivo. Este es el objetivo principal de este trabajo de grado, alcanzar un impacto social a tal manera, que se pueda brindar un tipo de solución la cual los deportistas puedan integrar a su rutina diaria, y además de ello, se puedan adaptar a ella. Dentro del impacto social que se pueda dar una vez desarrollado este trabajo de grado, otro tipo de beneficio o impacto que se debería dar, es la mejoría del estado mental de aquellos usuarios de la aplicación, ya que la práctica del deporte puede ayudar a despejar y desestresar su mente, conllevando a mejorar su estado mental y a tener una mayor productividad en la realización de sus actividades diarias.

2. Planteamiento del problema

2.1 Descripción del problema:

La situación que está viviendo nuestra sociedad mundialmente, con la pandemia que agobia al mundo, ha llevado a todas las personas a tomar medidas de prevención que están siendo directamente influyentes en las rutinas que se solían llevar día a día, desde la concurrencia con que se solía visitar a algunos familiares, a las veces que se realizaba algún tipo de deporte durante la semana, dado que el total de estas actividades fueron suspendidas.

Los deportistas que mayormente se han visto afectados por el motivo de la emergencia sanitaria que se vive, han sido las personas que practican algún deporte de conjunto, como lo es el fútbol, microfútbol, futsala, baloncesto, entre otros, ya que son deportes que para sus prácticas necesitan un grupo considerable de personas.

A medida de que los gobiernos de cada país, van expidiendo decretos que permiten flexibilizar algunas medidas de prevención contra el covid-19, muchos de los deportistas pudieron retomar ciertas rutinas que solían realizar tiempo atrás, pero aún así las rutinas de entrenamiento no resultan igual de efectivas a comparación de las que realizaban antes de la pandemia, dado que los deportistas sin importar la categoría a la cual pertenezcan, requieren de trabajos específicos durante su sesiones de entrenamientos y más si se refiere al entrenamiento de una persona que practica fútbol, ya que para practicar éste deporte se requiere de un conjunto de condiciones físicas, técnicas y tácticas buenas para poder llevar a cabo de manera aceptable esta actividad.

En la actualidad, aún con la existencia en diversas vacunas, muchas de las personas temen por el riesgo a contagiarse, y realizar una cadena de contagio masiva, donde puedan verse contagiados a sus allegados y/o familiares, por ese motivo, muchos de los deportistas optan por llevar a cabo su plan de entrenamiento de manera individual, o en su defecto, realizarlo con un compañero, respetando el distanciamiento que sugiere la Organización Mundial de la Salud.

2.2 Formulación del problema

A partir del anterior planteamiento del problema se puede formular la siguiente pregunta:

¿De qué manera se puede ayudar a jugadores amateur de fútbol en el desarrollo de su entrenamiento deportivo de manera individual?

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Desarrollar un prototipo de sistema que permita guiar a los futbolistas amateur durante el desarrollo de sus entrenamientos.

3.2 Objetivos específicos

- Determinar los atributos y cualidades que intervienen en el acondicionamiento físico del fútbol basado en la consulta con expertos y la revisión de literatura.
- Diseñar un algoritmo de recomendación para el acondicionamiento físico en los futbolistas amateur.
- Implementar el prototipo de sistema propuesto para la recomendación de entrenamientos a futbolistas amateur.
- Evaluar la usabilidad y desempeño del prototipo de sistema de recomendación para futbolistas amateur.

3.3 Resultados esperados

Tabla I
Resultados esperados

OBJETIVO ESPECÍFICO	EXPLICACIÓN	RESULTADO
Determinar los atributos y cualidades que intervienen en el acondicionamiento físico del fútbol basado en la consulta con expertos y la revisión de literatura.	Se realizarán diferentes entrevistas a entrenadores de fútbol y licenciados en educación física y deportes, como también diversas consultas a artículos y documentos sobre planificación y desarrollo de habilidades futbolísticas que permitan entender de una mejor manera como funciona el acondicionamiento físico en los futbolistas amateur.	Documentos de texto y archivos de video con la información obtenida en las distintas investigaciones, entrevistas y asesoramientos de profesionales especializados en el acondicionamiento físico de los futbolistas amateur.
Diseñar un algoritmo de recomendación para el acondicionamiento físico en los futbolistas amateur.	Basados en los diversos estudios e investigaciones realizadas con base en el acondicionamiento físico de futbolistas amateur, se realizarán los diferentes elementos que contemplan el diseño de un prototipo de sistema como lo son diagramas de clase, diagramas de flujo, diagramas de control, procedimientos, entre otros, que permitan tener una idea más clara del funcionamiento e interfaz del prototipo de recomendación de entrenamientos para	Documento con los distintos diagramas de clase, modelos y demás componentes, que permitan la orientación sobre cómo se realizará el prototipo de sistema de recomendación de entrenamientos para futbolistas amateur.

	futbolistas amateur, lo que facilitará su implementación.	
Implementar el prototipo de sistema propuesto para la recomendación de entrenamientos a futbolistas amateur.	Se procederá a desarrollar el prototipo de recomendación de entrenamientos para futbolistas amateur con relación al diseño del prototipo anteriormente trazado.	Código fuente funcional del prototipo de sistema de recomendación de entrenamientos para futbolistas amateur, con su respectiva interfaz gráfica.
Evaluar la usabilidad y desempeño del prototipo de sistema de recomendación para futbolistas amateur.	Se realizarán diversos tipos de pruebas y encuestas a diferentes futbolistas que usen la aplicación, con el fin de analizar los resultados obtenidos en base a su nivel de satisfacción, usabilidad y desempeño del prototipo de sistema de recomendación de entrenamientos para futbolistas amateur.	<p>Documento de texto con las distintas pruebas y encuestas realizadas a algunos futbolistas seleccionados que usen el prototipo de recomendación de entrenamientos, y el análisis de estos resultados con sus respectivas gráficas y explicaciones en base a la satisfacción, usabilidad y desempeño del mismo.</p> <p>Algunas de las pruebas específicas para evaluar la usabilidad del prototipo podrían ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preguntas de prueba. • Test de los 5 segundos.

		<ul style="list-style-type: none"> • Pruebas de navegación. • Hacer click. • Test A/B.
--	--	---

En la tabla I se presenta la información relacionada con los objetivos específicos mencionados en el punto 4.2, además de su explicación y el resultado esperado de cada uno de ellos.

4. Marco de Referencia

4.1 Marco teórico

Conceptos básicos

En ésta sección se abordan conceptos necesarios para el entendimiento del desarrollo de un sistema de recomendación, por lo que se sugiere al lector que posea conocimientos básicos en:

- Conceptos de inteligencia artificial.
- Sistemas de recomendación.

4.1.1 Machine learning

Machine Learning o Aprendizaje automático hace referencia a la capacidad de una máquina o software para aprender mediante la adaptación de ciertos algoritmos de su programación respecto a cierta entrada de datos en su sistema [1]. El aprendizaje automático está muy relacionado con la Inteligencia Artificial, dado que consiste básicamente en que un programa sea en lo posible lo más independiente en sus decisiones o resultados, es decir, reducir en gran medida la intervención de un humano en ellas, por lo cual está basado únicamente en una combinación de algoritmos que le conceden la posibilidad de aprender de sus propios conocimientos los cuales giran entorno a los datos que le son ingresados.

Lo que se denomina aprendizaje consiste en la capacidad del sistema para identificar una gran serie de patrones complejos determinados por una gran cantidad de parámetros [1]. Como se menciona anteriormente, el aprendizaje automático se guía por una serie de algoritmos que le permiten modificar su

conocimiento constantemente a medida que va identificando ciertas características o patrones específicos en los datos que le son suministrados, y que le posibilitan de alguna manera pronosticar eventos futuros o escoger ciertas acciones de una manera autónoma con base en condiciones que han sido fijadas anteriormente y que se actualizan con este aprendizaje automático, lo que conlleva a un beneficio al permitir controlar una gran cantidad de datos de una forma más eficiente.

Por lo tanto, el interés del Machine learning se fundamenta en el aprovechamiento de los gigantescos, diversos y complejos volúmenes de información que se encuentran actualmente y que con el pasar del tiempo aumentan de una manera impresionante, como también de la elaboración de algoritmos que brinden un procesamiento computacional más asequible y potente en materia de rapidez, automaticidad y precisión en las decisiones o acciones tomadas por el mismo software, lo que permite reducir en gran proporción los riesgos que se pueden llegar a cometer y explotar en mayor medida algunos de los beneficios que por alguna circunstancia se podrían ignorar con la intervención humana; además de brindar el almacenamiento de estos datos¹ lo que facilita posteriormente su estudio y análisis, en la verificación de resultados obtenidos y/o modificaciones subsiguientes al modelo propuesto.

¹ Aprendizaje automático Obtenido de:
https://www.sas.com/es_co/insights/analytics/machine-learning.html

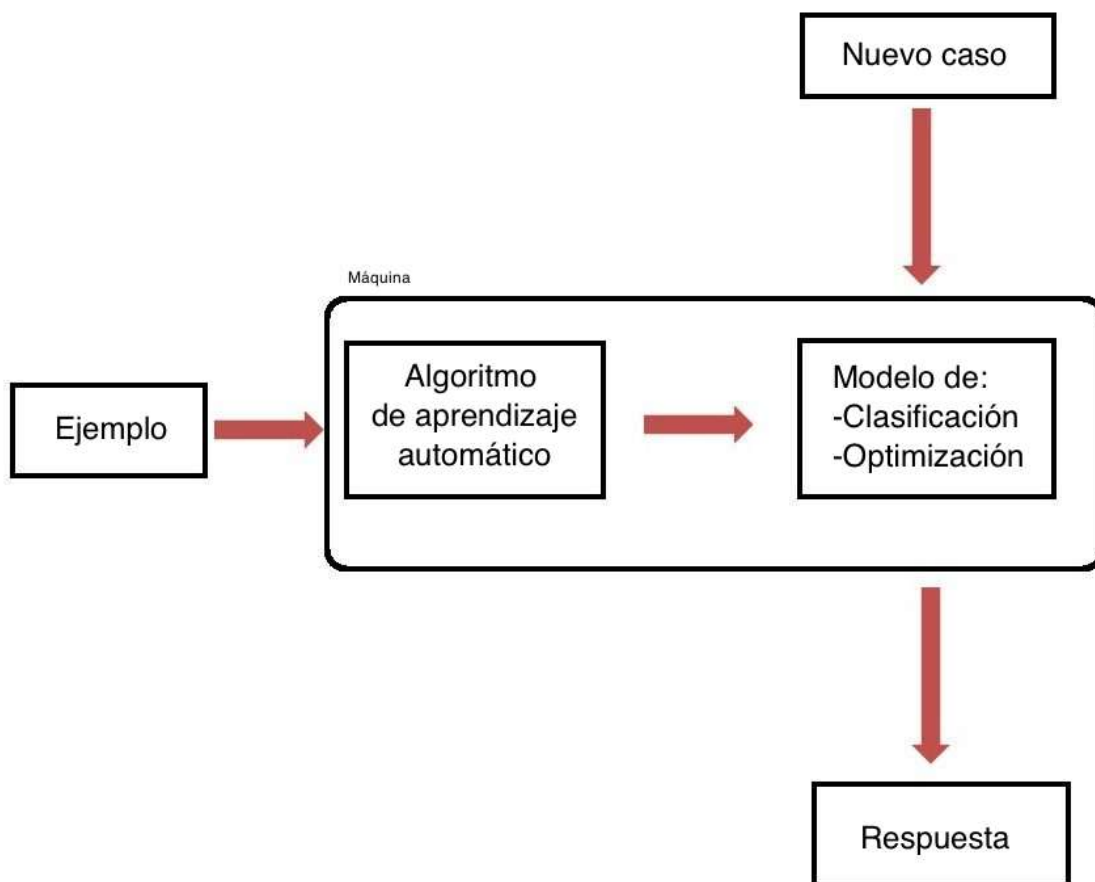


Fig. 1. Proceso del aprendizaje automático².

Como podemos observar en la figura 1, el desarrollo del machine learning consta de una entrada por parte del usuario, la cual es procesada mediante diversos algoritmos de inteligencia artificial con el fin de extraer información importante que sirva como base para generar una salida o recomendación que contenga un alto porcentaje de intereses, utilidad y coherencia para el usuario.

4.1.2 Tipos de sistemas de recomendación

² Imagen sobre aprendizaje automático Obtenido de: <https://bit.ly/2ZOW1z9>

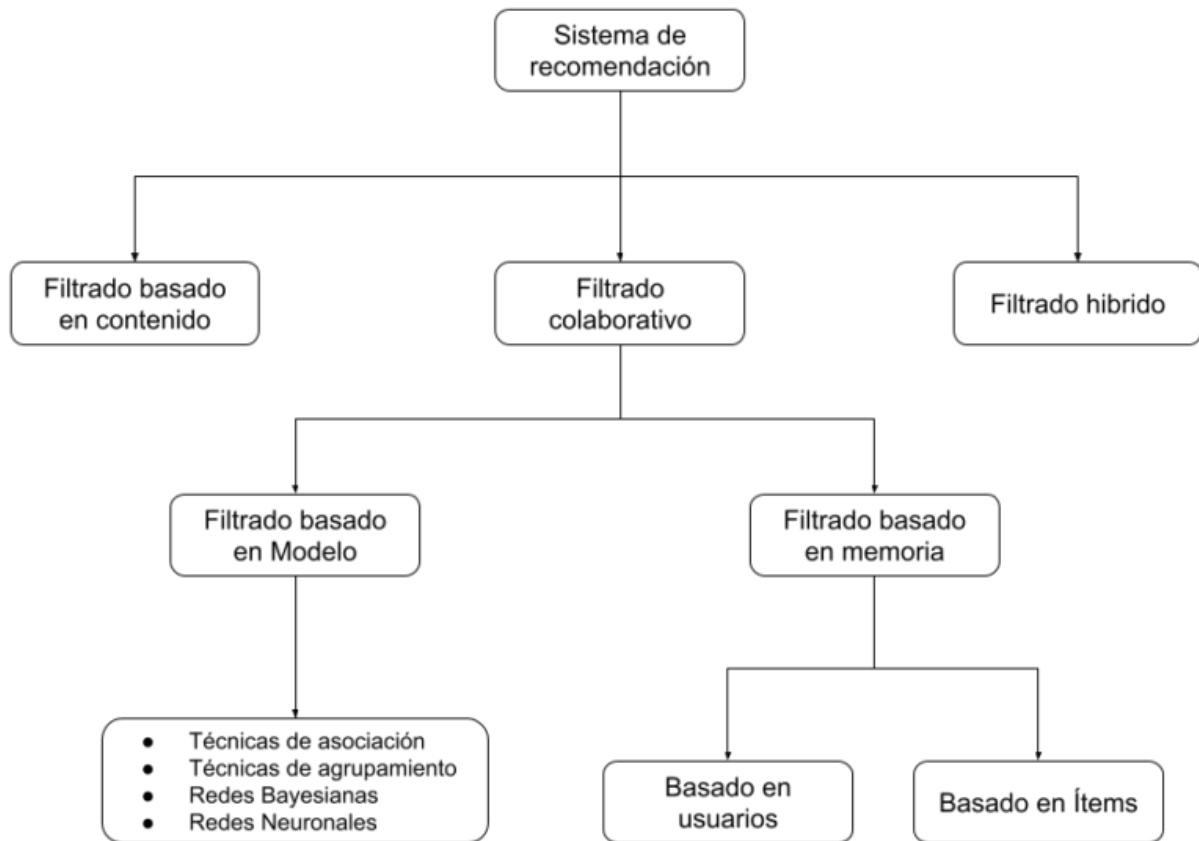


Fig. 2. Tipos de sistemas de recomendación³.

4.1.2.1 Técnicas basadas en filtrado colaborativo

Métodos basados en memoria

También conocidos como algoritmos de filtrado colaborativo basados en vecindad, puesto que emplean métricas con el fin de determinar la similitud que existe entre una pareja de usuarios. La cual se realiza calculando la relación entre los ítems del sistema y los que poseen características semejantes para ambos usuarios.

4.1.2.1 Técnicas basadas en filtrado colaborativo

Este tipo de sistemas se basan en analizar los datos del perfil de un usuario para encontrar cierto tipo de patrones y después hacer un contraste con la información que posee del colectivo de usuarios, con el fin de realizar recomendaciones

³ Imagen sobre tipos de sistemas de recomendación Obtenido de: <https://bit.ly/3mClswM>

individuales al usuario basándose en los datos generales de usuarios con características similares.

Métodos basados en modelo

Emplean como su nombre lo dice modelos que son creados gracias una matriz de votaciones que permite establecer un conjunto de usuarios similares al usuario actual, luego de poder parametrizar dichos datos, estos parámetros son aprendidos dentro del contexto del sistema de recomendación y posteriormente sirven para extraer las muestras con las cuales se realizarán los entrenamientos del modelo.

Ventajas:

- Relativamente es muy simple, con respecto a otros algoritmos.
- Posee proceso de entrenamiento y predicción ante volúmenes de datos grandes

Desventajas:

- Se parte de un supuesto de que los datos poseen una distribución normal, lo cual es una suposición que se debe afirmar a partir de los datos de entrada

4.1.2.2 Técnicas basadas en contenido

Esta técnica genera sus recomendaciones basándose en la comparación de la información del historial del usuario contra las características que poseen los elementos a recomendar. De esta manera intenta predecir los intereses al realizar las sugerencias gracias a productos o contenidos disfrutados anteriormente y que hayan sido calificados de forma positiva por el usuario activo.

4.1.2.3 Técnicas basadas en conocimiento y demografía

Conocimiento

Utilizan la información proporcionada por el usuario, como lo pueden ser sus preferencias o restricciones, para entonces realizar recomendaciones a este. Son muy utilizados en los tipos de sistemas donde los gustos o preferencias que se tengan en un pasado, no son los mismos que se puedan tener en un futuro, es decir

que se utilizan en sitios donde las decisiones del usuario tengan una variación constante con respecto al tiempo, en áreas como lo pueden ser gustos musicales, visuales, entre otros.

Demografía

Los sistemas de recomendación con filtrado demográfico, son aquellos sistemas que realizan sus recomendaciones a partir del perfil del usuario, dicho recomendador se basará en las cualidades propias del usuario como lo pueden ser la edad, género, lugar de residencia, país donde reside, entre otros, para de este modo realizar cálculos de similitud entre ítems.

4.1.2.4 Técnicas de filtrado híbrido

En este tipo de técnica, se unen dos de los métodos de filtrados, filtrado basado en contenido y filtrado colaborativo, con el objetivo de obtener una recomendación mucho más precisa. Teniendo en cuenta las ventajas y desventajas de los algoritmos descritos anteriormente, una manera óptima de aprovechar las virtudes y minimizar un poco las desventajas, es combinarlos.

4.1.3. Evaluación de los Sistemas de recomendación

Para este trabajo de grado, se realizó una búsqueda intensiva entre diferentes fuentes de información⁴ que pudiesen obtener asesoría con respecto a artículos científicos realizados sobre sistemas de recomendación, donde se pudo construir un cuadro comparativo con columnas de:

- Nombre
- Autores
- Año de publicación
- Palabras clave
- Técnicas utilizadas
- Ventajas
- Desventajas
- Logros

⁴ Archivos de Investigación:

<https://docs.google.com/spreadsheets/u/1/d/1Dflani4CXLquldUPkCBxqH5adR6cBQwQ7oHVZD6sR0/edit#gid=0>

- Trabajos futuros

acerca de todos los proyectos visitados. Una vez se recolectó dicha información, (en este caso se investigaron alrededor de 50 artículos) se trazaron una métricas importantes al momento de escoger las técnicas que serán útiles para el proyectos, dichas técnicas fueron:

- **Técnicas que sean compatible para el inicio en frío:**

Este requisito fué de vital importancia en el proyecto, ya que para el inicio del mismo no se contaba con una fuente de datos relativamente acorde a lo que se tenía pensado, donde se pudiese encontrar información sobre entrenamientos de deportistas amateur, por esta razón era de gran consideración el poder contar con una técnica que permitiera el poder trabajar sin datos iniciales.

- **Técnicas que utilicen el filtrado por usuario:**

Debido a que la idea para realizar recomendaciones era que, se iban a realizar recomendaciones similares a los usuarios que tuviesen las mismas habilidades, para ello era necesario contar con una técnica que se basara en este principio.

Teniendo en cuenta los criterios descritos anteriormente, fue que pudo concluir con la utilización de los algoritmos **Similitud Coseno** y **Coeficiente de Pearson**.

4.1.4 Entrenamiento deportivo

En todas las épocas se ha realizado ejercicio físico para mejorar las capacidades corporales. Se pretendía ser más rápido, más fuerte y más resistente. Y para ello se entrenaban en las civilizaciones griega y romana, y posteriormente, en la Edad Media [4]. Posteriormente, como se menciona en [4] entre los siglos XVII a XIX, aparece la Escuela Inglesa de entrenamiento, debido a los “footmen” (corredores profesionales), que entrenaban trotando y marchando; y así, conforme fue pasando el tiempo cada civilización y cultura fue modificando y mejorando la forma en que realizaban sus diferentes prácticas deportivas, basándose en los diversos estudios y pruebas que realizaban a los atletas de manera empírica. Siendo así, que en 1916, Lían hizo las primeras pruebas fisiológicas para medir la aptitud física de los sujetos [4]. Después de eso, los distintos centros de entrenamiento que fueron creándose,

implementaron variedad de pruebas para evaluar la condición física de los deportistas. Esta definición de condición física, fue cambiando con el tiempo, y aunque algunos autores no la definen como tal, si referencian las cualidades o capacidades físicas que para ellos la conforman, entre las cuales se pueden mencionar la fuerza, la velocidad, la resistencia, la agilidad, la flexibilidad, la coordinación y el equilibrio, siendo estas solo son algunas del total de ellas, ya que son mayormente mencionadas por los autores en sus diferentes definiciones.

Por lo cual, como se explica en [5] el rendimiento de cualquier deportista se basa fundamentalmente en el entrenamiento que lleva a cabo. Por lo que así, podemos definir el entrenamiento deportivo como un proceso sistemático, complejo, pedagógico y multifacético a través del cual un deportista puede, a partir de su potencial genético, conseguir un determinado nivel de rendimiento físico, técnico, táctico y psicológico, gracias a los complejos procesos de adaptación del organismo, con base a la suma de cargas o estímulos soportados durante el entrenamiento⁵.

De allí se podría mencionar entonces la importancia del acondicionamiento físico, que como se menciona en [6] es muy importante para los deportistas en el sentido de mejorar el funcionamiento de todos los sistemas del organismo, incrementar su efectividad en la realización de actividades físicas en función de un deporte y favorecer las diferentes acciones del cuerpo, a fin de facilitar las habilidades, y por lo tanto, obtener el mejor fruto en el ámbito deportivo. Como también es de vital importancia para los atletas recuperar o mantener la función de sus órganos, músculos y articulaciones, entre otros elementos que cumplen un papel crucial en las prácticas deportivas, manteniendo así un equilibrio en el funcionamiento de todos los sistemas del cuerpo para lograr los mejores resultados, evitando cualquier tipo de lesión [6].

En [6] se explican algunos de los beneficios que se pueden obtener mediante un acondicionamiento físico óptimo, entre los cuales se encuentran una mejora de todos los sistemas del cuerpo y se promueve que funcionen de manera más efectiva, con mayor potencia o resistencia; El sistema músculo esquelético y el sistema endocrinológico funcionan de manera más armónica, y, por ende, el inmunológico; también se mejora el bombeo de sangre a todos los órganos del cuerpo, hace que sea más eficiente la respiración, mantiene activo y lúcido el

⁵ Entrenamiento deportivo Obtenido de: <https://bit.ly/2QgT7ej>

cerebro. Además de que, facilita el metabolismo y la eliminación de toxinas y desechos a través del hígado y los riñones; y así mismo, mejora los niveles de estrés [6]. Por lo tanto, es crucial que el acondicionamiento físico que se le realiza a un deportista se haga de una manera planificada, con criterios fundamentados, y con miras a algún objetivo o resultado esperado, lo cual evitará al máximo cualquier tipo de lesiones obtenidos por los estímulos empleados en en las diferentes partes del cuerpo que se ven involucradas en las prácticas o entrenamientos.

De allí parte entonces una situación importante, la sobrecompensación que sufren los atletas. La cual se produce cuando se realizan estímulos elevados, lo que hace que el equilibrio se desvíe por una predominancia de los procesos degenerativos o catabólicos³, obteniendo una respuesta por parte del organismo al incrementar los procesos regenerativos con el fin de restablecer un nuevo equilibrio inicial, que brinde seguridad en situaciones de estímulos posteriores similares a los sucedidos. Por eso es importante, que estos estímulos se desarrollen de forma estructurada con la idea de buscar una evolución óptima del deportista, ya que si suceden de forma aislada la sobrecompensación se perdería y el equilibrio en vez de aumentar volvería al nivel inicial o en casos semejantes disminuiría notablemente el rendimiento del deportista.

Como se observa anteriormente, las lesiones pueden ocurrir en cualquier momento de las sesiones de entrenamiento, o por fuera de estas, y esto se debe no solo a una mala planificación de las mismas sino también a una errónea ejecución de los ejercicios propuestos en el plan de entrenamiento, lo que podría llegar a ocasionar desde una tendinitis hasta posibles fatigas o desgarros musculares, entre otros más graves debido al exceso en las cargas y/o repeticiones de los ejercicios; además también de factores externos como lo son la alimentación y el descanso del deportista, que son la fuente de energía y nutrientes que necesita el organismo para su perfecto desempeño, acoplamiento, regeneración de tejidos y renovación celular, antes durante y después de las prácticas deportivas. Los cuales si se contemplan y trabajan de una manera asertiva y combinada posibilitan en gran magnitud el poder disminuir las posibles lesiones que puedan llegar a sufrir los atletas [6].

4.2 Marco conceptual

4.2.1 Fútbol

La historia del fútbol asociación, conocido simplemente como fútbol, suele considerarse a partir de 1863, año de fundación de The Football Association, aunque sus orígenes, al igual que los de los demás códigos de fútbol, se pueden remontar varios siglos en el pasado, particularmente durante la Edad Media⁶. Pero mientras nadie duda que el fútbol moderno nació en tierras británicas, no hay tantas certezas con respecto a qué civilización fue la primera en jugar al balompié⁷. Aunque actualmente el fútbol es uno de los deportes más practicados a nivel mundial, tanto a nivel popular como a nivel profesional, la historia del fútbol, lejos de estar ligada siempre a la grandeza de un deporte popular, ha estado sujeta a los avatares de la historia de la humanidad y adaptándose a cada cultura hasta llegar a convertirse en lo que hoy conocemos por fútbol⁸.

La popularidad de este deporte, ha venido en aumento desde la creación de la "Football Association" (Asociación de fútbol de Inglaterra), la asociación de fútbol más antigua del mundo. Lo cual ha permitido que en la actualidad según una encuesta efectuada por la FIFA entre sus 207 asociaciones miembro, haya un total de 265 millones de personas que juegan al fútbol de forma reglada, en todo el mundo⁹, y cerca de 270 millones si se incluyen entrenadores, asistentes y personal relacionado con el club.

Esta cifra se debe en gran medida a que es un deporte que se practica por lo general entre dos equipos de once jugadores cada uno, además de sus respectivos jugadores suplentes; pero podría ser mayor, debido a que existen variantes dependiendo de las diferentes categorías o reglas que son posibles encontrar en cada país del mundo, entre las cuales podrían estar partidos de siete contra siete o 7 vs 7, 8 vs 8 o 9 vs 9 en las categorías de niños menores a 12 años de edad o fútbol aficionado, por lo que algunos jugadores no están registrados o incluidos en estas estadísticas. Conjuntamente en un partido de fútbol también es posible encontrar por lo general cuatro árbitros que son los encargados de hacer cumplir las reglas de juego, pero podrían ser tres, dos, uno o simplemente no existir un árbitro que haga cumplir dichas normas si hablamos entonces de partidos de barrio o fútbol callejero. Por lo general, el campo de juego es un rectángulo en el cual en cada uno de los lados más cortos de dicho rectángulo, se encuentra una portería en la cual el equipo adversario intentará introducir una pelota esférica con el pie (marcar un gol), sin que esta salga del campo de juego, ni se infrinjan las reglas por parte del equipo

⁶ Historia Del Fútbol Soccer Obtenido de: <https://bit.ly/32vl32O>

⁷ ¿Quién inventó el fútbol: los ingleses o los guaraníes? Obtenido de: <https://bbc.in/2YB1w0y>

⁸ La Historia Del Futbol Obtenido de: <https://www.elfutbolin.com/historiadelfutbol/>

⁹ Cuántas personas juegan al fútbol en el mundo Obtenido de: <https://bit.ly/34BpjBp>

que marca el gol. De manera que el objetivo principal es anotar más goles que el equipo adversario para poder ganar el encuentro, si ambos marcan el mismo número de goles o ninguno marca un gol se dirá que el partido finalizó en empate, por lo que se podrá optar por jugar dos tiempos adicionales o también por lanzar tiros desde el punto penal con el fin de encontrar un ganador, todo esto dependiendo de los reglamentos estipulados por los campeonatos en los cuales se basen los encuentros futbolísticos disputados¹⁰.

Es importante saber cuando un futbolista es considerado amateur o aficionado, puesto que esto le conlleva o exime de una serie de deberes u obligaciones. La complejidad que acarrea la distinción entre futbolistas aficionados o amateurs y profesionales radica principalmente en que transita por dos caminos disímiles, pero que en algunos puntos se entremezclan: el federativo y el estrictamente jurídico-laboral¹¹.

Se considera aficionado a toda aquella persona que siente afición por algún tipo de espectáculo y asiste frecuentemente a él¹².

Deportista aficionado es toda aquella persona que se dedica a la práctica de algún deporte dentro del ámbito de un club percibiendo de este solo la compensación de los gastos derivados de su práctica deportiva, como también aquellas personas que no participan en competiciones o realizan deporte por ocio¹³. También es importante saber que según el régimen laboral de los deportistas, se entiende que un deportista profesional es aquel que se dedica voluntariamente a la práctica del deporte dentro de la organización de un club o entidad deportiva, a cambio de una retribución. Sin embargo quedan excluidas aquellas personas que se dediquen a la práctica del deporte dentro del ámbito de un club percibiendo de éste solamente la compensación de los gastos derivados de su práctica deportiva¹⁴.

Por lo cual, se podría considerar que un futbolista amateur es aquella persona que realiza prácticas deportivas enfocadas en el fútbol, y que si bien podría recibir algunas retribuciones por efectuar esas prácticas, estas solo servirán para cumplir

¹⁰ IFAB Obtenido de: <https://www.theifab.com/home>

¹¹ Futbolistas aficionados y profesionales Obtenido de: <https://bit.ly/2Qpr1xG>

¹² Aficionado Obtenido de: <https://bit.ly/31scojh>

¹³ "Deportistas aficionados - Conceptos básicos de Derecho" Obtenido de: <https://bit.ly/3jqw5yj>

¹⁴ ¿Qué significa ser un deportista profesional? Obtenido de: <https://bit.ly/2YyVFcp>

las necesidades o gastos mínimos que se ven involucrados en la ejecución de estas sesiones o prácticas deportivas; como también la persona que realiza estas sesiones por satisfacción propia, ya sea por mantener unos niveles de salud recomendados o simplemente por gusto hacia este deporte, sin tener un contrato o relación laboral con ningún tipo de club.

4.2.2 Acondicionamiento físico

El acondicionamiento físico es el desarrollo de capacidades condicionales y coordinativas para mejorar el rendimiento físico a través del ejercicio¹⁵. Pero para Divulgación Dinámica S.L¹⁶, el cual es un club de formación especializado en Ciencias Sociales, el acondicionamiento físico es el desarrollo de las cualidades físicas mediante el ejercicio, para obtener un estado general saludable.

De una manera similar, el entrenamiento es la preparación física, técnica y psicológica para el desarrollo máximo de las capacidades del deportista.

Por esta razón, las cualidades o capacidades físicas del ser humano son la resistencia, la fuerza, la flexibilidad y la velocidad. Todas ellas están interrelacionadas entre sí, y su desarrollo conlleva a un mejor acondicionamiento físico integral. En consecuencia, el ejercicio físico lo configuran aquellos movimientos que de una forma repetitiva activan los sistemas cardiovascular, neuromuscular, óseo, y demás, obteniéndose la mejoría de éstos, en mayor o menor proporción, de acuerdo al trabajo e intensidad con que se realicen los mismos¹⁷.

Dado que no existen fórmulas exactas, ni variables inamovibles respecto a las intensidades, cargas, y/o modelos de entrenamientos prediseñados con el fin de obtener o alcanzar una meta propuesta, que sirva para todos los atletas sin importar cual sea su finalidad u objetivo, la consecución de un óptimo acondicionamiento radica en la capacidad de modelar las diferentes fases del entrenamiento con base a los resultados obtenidos en cada una de las sesiones realizadas por el deportista y no de manera contraria, es decir, modelar el atleta con base a los entrenamientos propuestos¹⁴.

¹⁵ Significado de Acondicionamiento físico Obtenido de: <https://bit.ly/2QISVug>

¹⁶ ¿Es lo mismo Entrenamiento que Acondicionamiento Físico? Obtenido de: <https://bit.ly/3gp8XOt>

¹⁷ Acondicionamiento físico Obtenido de: <https://bit.ly/2QmpOal>

De esta manera, el acondicionamiento físico es importante en las personas puesto que ayuda a mantener o aumentar considerablemente las capacidades fisiológicas y/o mentales del individuo que las realiza, además de que contribuye a conservar un organismo saludable, más fuerte y también un rendimiento más óptimo en las diferentes actividades que se lleven a cabo.

El acondicionamiento físico se caracteriza por sus ejercicios de preparación y desarrollo de los siguientes aspectos¹³:

- **Resistencia:** ayuda a soportar una mayor carga física por más tiempo retardando así la fatiga prematura.
- **Fuerza:** mover y soportar más masa.
- **Flexo elasticidad:** flexibilidad y elasticidad en los músculos y una mayor movilidad en las articulaciones ayuda a protegerlos contra lesiones y ayudan a que tengan un mayor alcance de movimientos.
- **Velocidad:** recorrer una distancia en una menor cantidad de tiempo.
- **Coordinación:** necesario para moverse efectivamente.
- **Equilibrio:** ligada a la coordinación, evita que el cuerpo pierda el control.

La mayoría de ejercicios incluidos en las diversas sesiones del acondicionamiento físico, deben ser orientados por un profesional en el tema deportivo, esto con el fin de evitar o disminuir la posibilidad de lesiones que pueden conllevar la realización de los mismos para el atleta, adicionalmente con el propósito de contribuir al deportista a establecer su capacidad física actual con el objetivo de un progreso continuo; También se recomienda realizar un calentamiento previo al inicio de cada sesión, lo cual ayudará a los músculos, articulaciones y sistemas involucrados a prepararse para un mejor rendimiento físico y evitar posibles lesiones¹⁸.

¹⁸ Para Qué Sirve El Calentamiento En Educación Física Obtenido de: <https://bit.ly/2Ew1hge>

4.2.3 Metodología Kanban

La metodología Kanban¹⁹, es una metodología de origen japonés creada en los años 40 's y la traducción de su nombre es “tablero visual” o “sistema de tarjetas”. Esta metodología ágil es una herramienta de gestión visual que tiene como objetivo principal realizar una gestión oportuna de las tareas que se vayan presentando a medida que transcurre el desarrollo del proyecto, en el cual se esté trabajando. Este proceso permite pautar el desarrollo de trabajo de manera efectiva, resultando accesible de manera visual al momento de verificar el estado del proyecto [7].

Principios de la metodología Kanban

- **Calidad garantizada:** Este es el primer principio de la metodología Kanban, y lo que orienta es a detectar el error antes de que se pueda producir, es decir, tratar de realizar las cosas bien desde el primer momento. Esta metodología no premia la rapidez con la cual se realice una tarea, sino que premia la calidad del producto resultante que se obtenga al realizar dicha tarea.
- **Reducción del desperdicio:** Dentro del segundo principio de Kanban, se abarca o se toma en cuenta el primer principio, debido a que se fundamenta en realizar lo justo, pero hacerlo de la mejor manera posible, o sea que no se va tiene en cuenta lo superficial, o lo que no tiene vital relevancia al momento de llevar a cabo un proceso.
- **Mejora continua:** Kanban se adapta con bastante rapidez al entorno en que se trabaja o al proyecto en el cual se está implementado su metodología. Esta característica lo que conlleva a Kanban, es a convertirse en un sistema de mejora de proyectos, según los objetivos propuestos en cada proyecto.
- **Flexibilidad:** La característica que permite a Kanban adaptarse a cualquier entorno, es precisamente el cuarto principio, el cual permite priorizar tareas entrantes dependiendo de las necesidades que se tengan en dicho momento.

¹⁹ "Qué es Kanban: Definición, Características y Ventajas."
<https://kanbanize.com/es/recursos-de-kanban/primeros-pasos/que-es-kanban>.

Pasos para la configuración de la metodología Kanban.

a. Definir el flujo de trabajo de los proyectos

En este paso es donde se genera el tablero de tareas, que tiene como objetivo permitir accesibilidad a todos los integrantes del equipo de trabajo al momento de revisar el estado del proyecto. El tablero estará conformado por un número de columnas igual a la cantidad de estados que deben pasar una tarea desde que se inicia hasta que pasa a un estado final. Se pueden tener en consideración 2 tipos de tableros, uno que se adapte a un proyecto en específico u otro donde se tenga una forma genérica que se adapte a la mayoría de proyectos.

b. Visualizar las fases del ciclo de producción

El segundo paso consiste en describir cada tarea previamente asignada a cada uno de los integrantes del grupo de trabajo, a través de cuartillas llamadas “post-its”, para posteriormente ubicar dichas cuartillas la columna inicial del tablero que está destinada para las tareas pendientes. Este proceso se realiza con el fin de que los integrantes del grupo de trabajo obtengan información acerca de las tareas a realizar, las tareas asignadas a cada uno de los integrantes, las prioridades de cada tarea, de una manera fácil y rápida.

c. Stop starting, start finishing

Este punto define el límite de tareas por fase que se pueda tener en la implementación del método Kanban, es decir, que a través de este punto se restringen el paso de nuevas tareas a una fase en la cual se tenga un flujo copado, esto con la finalidad de priorizar el trabajo que se encuentra en curso antes de dar paso a una nueva tarea. Un post-its será registrado en la columna de pendientes, una vez haya entrado a una etapa de finalización una tarea previa, al igual que se puede ingresar una nueva tarea, si una que se encuentra que se encuentra en estado de desarrollo se declara con algún impedimento, como puede ser falta de información de vital importancia para la realización de dicha tarea.

d. Control del flujo

El último paso considera mantener a los integrantes del equipo de trabajo con un flujo de trabajo constante, es decir, suministrarle tareas a medida de que se vaya dando por culminada una que haya sido previamente asignada, pero con la consideración de mantener un seguimiento pasivo sobre el trabajador, para evitar interrumpirlo a cada instante. Kanban nos permite realizar una revisión constante del trabajo realizado por los trabajadores a través de la columna con la cual dispone esta metodología, que está destinada para almacenar las tareas realizadas durante un periodo de tiempo.

4.2.4 Trello

Es una herramienta software utilizada para la gestión de proyectos, sencilla y versátil al momento de su uso. Trello²⁰ es una aplicación basada en la metodología Kanban, esto quiere decir que su principal herramienta es un tablero dinámico, el cual permite registrar columnas, tareas, entre otros componentes, permitiéndole al usuario una fácil interacción en dicho tablero, además del poder registrar nuevas columnas, agregar nuevas tareas, agregar descripciones a esas tareas, agregar prioridades a las mismas, etc.

4.2.5 Metodología Scrum

Es una metodología para procesos de desarrollo ágil, que tiene como objetivo principal maximizar las cuotas de inversión realizada por la empresa quien lo implemente. El primer paso o el paso base de esta metodología se centra en terminar primero la funcionalidad principal del proyecto que se está desarrollando. A diferencia de la metodología de Kanban, en esta metodología existen los roles Scrum Master, de Product Owner y del equipo mientras que en Kanban no.

Uno de los beneficios de la metodología Scrum, es que permite que el cliente siga el proceso del desarrollo del producto, esto con el fin de que el cliente pueda ser partícipe del crecimiento del proyecto iteración tras iteración, creando así un sentimiento de satisfacción y compromiso de parte del cliente.

²⁰ "Trello. Qué es, Para Qué Sirve y Cómo Funciona." 29 nov.. 2019, <https://www.expertosnegociosonline.com/que-es-trello-para-que-sirve/>.

Esta metodología de trabajo promueve la innovación, motivación y compromiso del equipo que forma parte del proyecto, por lo que los profesionales encuentran un ámbito propicio para desarrollar sus capacidades.

4.2.6 Metodología XP

Esta metodología también hace parte del grupo de metodologías implementadas para desarrollos ágiles. Esta metodología tiene como pilares principales 4 variables para cualquier proyecto de software: **costo, tiempo, calidad y alcance**, las cuales 3 de ellas serán fijadas arbitrariamente por actores externos al grupo de desarrolladores (clientes y jefes de proyecto), y el conjunto de variables restantes las establecerá el equipo de desarrollo. A diferencia de Kanban, XP resulta ser una metodología más robusta, indicada para equipos de desarrollo con un número considerable de desarrolladores.

Ciclo de vida metodología XP

- **Entender lo que el cliente necesita** > Fase de Exploración
- **Estimar el esfuerzo** > Fase de Planificación
- **Crear la solución** > Fase de Iteraciones
- **Entregar el producto final al cliente** > Fase de puesta en producción

Una característica que tienen en común las metodologías de desarrollo ágil, es que poseen un ciclo de vida dinámico, es decir que realizan entregables del proyecto en lapsos de tiempo cortos, a esto no es ajeno esta metodología.

5. Metodología

5.1 Tipo de Investigación

Para el desarrollo del presente trabajo de grado, se utilizará el tipo de investigación cuantitativa, llevando a cabo una investigación descriptiva, la cual garantiza la observación y recolección de información propicia con respecto a tendencias de entrenamiento propuestos por profesionales del deporte, practicas que realicen distintos deportistas aficionados al futbol, comportamientos y cualidades que poseen los posibles usuarios de la aplicación, esto con el fin de realizar un debido

procesamiento de la información a través de la implementación de algoritmos de aprendizaje de máquina, con la finalidad de alcanzar los objetivos propuestos previamente los cuales están enfocados a que los usuarios reciban buena información a través de las sugerencias de trabajo deportivo que realice la aplicación.

5.2 Metodología

La metodología que sirvió como base para el desarrollo del trabajo de grado fué el método Kanban [7], debido a que es un tipo de metodología ágil para equipos de trabajo con un número de integrantes mínimo. A diferencia de otras metodologías, como lo pueden llegar a ser XP (Experience programming) [8] y Scrum [9], Kanban resulta ser menos robusta para un equipo de trabajo conformado por 2 integrantes, esa es la razón principal de la escogencia de esta metodología, para el desarrollo de este trabajo de grado. La metodología fué implementada a través de la aplicación Trello¹⁷, donde el principal objetivo fué llevar el debido control del las tareas asignadas, para un correcto funcionamiento de la metodología, permitiendo que el desarrollo de la misma fuese más fácil, a través de la sistematización del tablero de tarjetas (post-its) que permitieron la ejecución de tareas propuestas para el desarrollo de la metodología.

5.3 Configuración de la metodología Kanban para el prototipo del sistema de recomendación.

5.3.1 Definición el flujo de trabajo de los proyectos

Se diseñó un tablero Kanban con 4 columnas las cuales representaron el número de pasos por los cuales deben de pasar las tareas, donde dichas tareas dependiendo de su prioridad, tuvieron un color representativo dependiendo la prioridad de la tarea. Las columnas están etiquetadas de la siguiente manera:

1. **Reserva:** En esta columna, estarán alojadas las tareas que por uno u otro motivo, ya sea por falta de información necesaria para el desarrollo de dicha tarea, o porque se necesita el desarrollo previo de una tarea para desarrollar la actual, no se haya podido desarrollar.

2. **Por hacer:** Esta columna almacenará las tareas que están pendientes por realizar, uno de los integrantes del equipo podrá escoger una de ellas y ponerla en etapa de ejecución.
3. **Haciéndose:** Aquí estarán alojadas las tareas que se encuentran en ejecución, es decir, uno de los integrantes del equipo escogió esta tarea la cual está desarrollando. Por ese motivo la tarea pasa de la columna “Para hacer” a esta columna.
4. **Hecho:** Esta es la columna final del tablero de Kanban, aquí estarán almacenadas las tareas que se han finalizado. Esta columna es muy útil al momento de revisar el trabajo hecho durante el día o un periodo de tiempo considerado por el equipo de trabajo.

5.3.2 Visualización las fases del ciclo de producción

Las tareas pendientes se encontraban en tarjetas llamadas Post-its, las cuales tuvieron como misión registrar las tareas asignadas a cada desarrollador listas para ser llevadas a cabo. Dichas tarjetas se encontraban inicialmente en la columna de “**Para hacer**” a la espera de ser tomadas por uno de los integrantes del equipo de trabajo.

5.3.3 Stop starting, start finishing

Para el desarrollo de este proyecto se definió que el límite de tareas por fase será igual a 2, es decir que ninguno de los integrantes del equipo puede tener en ejecución más de 2 tareas al tiempo. Esto con el fin de evitar el desbordamiento a causa de muchas tareas en alguna de las columnas del tablero Kanban.

5.3.4 Control del flujo

Para llevar a cabo un control del flujo de trabajo al momento de la ejecución de cada una de las tareas asignadas, se estipularon varias reglas de juego para mantener una idea clara en cuanto a las restricciones que debían mantener. A continuación se definen las reglas de control estipuladas:

- Una vez uno de los integrantes del equipo de trabajo dé por finalizada una tarea que tenía en etapa de ejecución, inmediatamente proceda a escoger una tarea nueva, para evitar atascamiento en el flujo de trabajo o evitar retrasos al momento de realizar entrega de actividades.
- Cada fin de semana se realizaba una reunión de control con el director de trabajo de grado, donde se entregaban las tareas asignadas a cada uno de los desarrolladores, para posteriormente re asignar nuevas tareas pendientes para la siguiente semana de trabajo.
- Si uno de los desarrolladores tuviese algún problema con una tarea asignada, ya fuese por x o y motivo, junto con el compañero se enfocaría en resolver ese problema hasta poder dar solución.
- Cada vez que se desarrollara una funcionalidad del prototipo de aplicación por parte de uno de los integrantes del equipo, inmediatamente este cambio debía ser subido al repositorio remoto de la aplicación.
- Para el control de versiones en el repositorio remoto, se crearon ramas independientes a las ramas principales del mismo (rama main), cada uno de los integrantes del equipo, tuvo su rama para el proyecto.

5.4 Fuentes y técnicas para la recolección de información:

Las fuentes vitales de información para este trabajo de grado, fueron profesores de fútbol, entrenadores de fútbol, entrenadores físicos y jugadores de categorías superiores a la aficionada, donde cada uno tuvo un rol importante en el desarrollo del trabajo de grado debido a que a través de ellos se recolectó la información básica que resultó siendo la materia prima necesaria para la realización del proyecto. Para el trabajo de grado las técnicas escogidas fueron:

- Observaciones
- Entrevistas
- Encuestas
- Cuestionarios

- Páginas web

6. Modelo

Retomando lo explicado anteriormente en el marco referencial, en la sección de escogencia de los algoritmos, se describirá el modelo de cada uno de los algoritmos candidatos a formar parte del sistema de recomendación, para el prototipo de la app:

Algoritmo de coeficiente de correlación de Pearson:

Dado un conjunto de entrada compuesto por dos (2) subconjuntos (X, Y), donde cada uno de los subconjuntos hace alegoría a un tipo de representación matricial definida como grafo n-dimensionales en un espacio n-dimensional, el algoritmo de similitud de Pearson se encarga encontrar la similitud entre dichos subconjuntos, es decir que obtendremos un valor escalar que varía +1 y -1, donde los valores -1 son diferentes y 1 totalmente similares. [10]

Dicha correlación se puede calcular a través de la siguiente ecuación:

$$r = \frac{N \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[N \sum x^2 - (\sum x)^2][N \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

Fig. 3. Correlación para el algoritmo similitud Pearson²¹.

²¹ Imagen sobre fórmula de correlación del algoritmo similitud de Pearson Obtenido de:
<https://bit.ly/3jZ1P06>

A continuación se describe cada uno de las variables usadas en la ecuación anterior:

N = Número de valores o elementos

Σxy = la suma de los productos de las puntuaciones emparejadas

Σx = la suma de puntuaciones x

Σy = la suma de puntuaciones y

Σx^2 = Suma de cuadrados Puntuación x

Σy^2 = Suma de cuadrados Puntuación y

El coeficiente de la correlación, tiene como objetivo fundamental determinar cuán asociadas se encuentran 2 entradas entre sí. Dicho coeficiente se calcula de la siguiente manera:

$$r_{xy} = \frac{\sum z_x z_y}{N}$$

Fig. 4. Algoritmo similitud Pearson²².

A continuación se describe cada uno de las variables usadas en la ecuación anterior:

“x” es igual a la variable número uno, “y” pertenece a la variable número dos, “zx” es la desviación estándar de la variable uno, “zy” es la desviación estándar de la variable dos y “N” es es número de datos.

Debido a que el algoritmo sólo recibe entradas de tipo numérico, se optó para el caso del prototipo de aplicación, convertir las descripciones que traían los entrenamientos a números a través del código ASCII [12], para después hallar las similitudes que pudiesen haber entre entrenamientos, y posteriormente a este proceso, poder recomendarle al usuario ejercicios para su entrenamiento.

²² Imagen sobre el algoritmo de similitud de Pearson Obtenido de:
<https://bit.ly/2ZOW1z9><https://bit.ly/3pUbwRa>

Algoritmo de similitud de coseno:

El algoritmo de similitud de coseno se basa en una medición que se realiza entre dos vectores distintos de cero, pero que se encuentran en un mismo espacio vectorial [13], este se realiza por medio del cálculo de la magnitud de la diferencia entre ambos usando el coseno del ángulo entre estos dos. Este valor que se encuentra entre $[0,1]$ indica cuan cerca o lejos se encuentran dichos vectores uno del otro, y por lo tanto la similitud que existe entre ellos, siendo mayor esta cuando se acerca a 1 y menor cuando es más próxima a 0 [14].

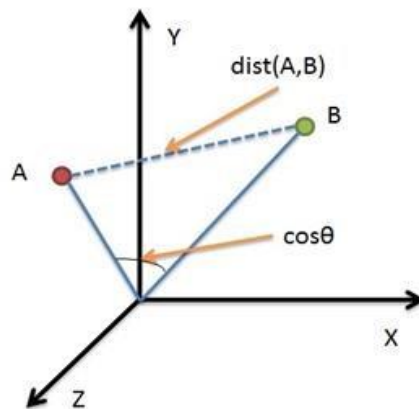


Fig. 5. Ángulo entre dos vectores 3-D A y B²³.

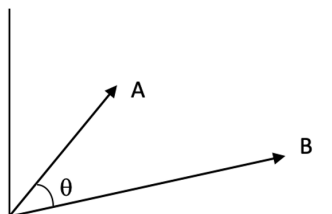


Fig. 6. Ángulo entre dos vectores 2-D A y B²⁴.

²³ Imagen ángulo entre dos vectores 3D Obtenido de:<https://bit.ly/3nR9iPF>

²⁴ Imagen ángulo entre dos vectores 2D Obtenido de:<https://bit.ly/3BAPGnS>

$$\cos(\theta) = \frac{\mathbf{A} \cdot \mathbf{B}}{\|\mathbf{A}\| \|\mathbf{B}\|} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i B_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n A_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n B_i^2}}$$

Fig. 7. Fórmula para el cálculo del coseno del ángulo entre A y B²⁵.

El procedimiento del algoritmo es el siguiente:

Recibe una entrada de datos bien sea en forma de textos o números y un elemento a comparar de la misma naturaleza, después de eso calcula la similitud de coseno entre los objetos contenidos allí, y por medio de un kernel lineal se realiza una normalización de estas la cual permite obtener dichos resultados en un rango de [0,1], posteriormente regresa una matriz con las similitudes de coseno de todos los elementos ingresados para luego ser ordenadas de mayor a menor y así escoger una cantidad de estos con base en su similitud.

Justificación del modelo

Luego de realizar la implementación de ambos algoritmos se concluyó que el algoritmo que mejores resultados ofrece es el algoritmo de similitud de Coseno, debido a que presenta mejores beneficios en comparación con el algoritmo de similitud de Pearson, puesto que:

- Este algoritmo trabaja con diferentes tipos de entradas, bien sea numéricas o de texto, debido a esto se suele emplear constantemente para minería de textos, lo que representa una gran ventaja para este trabajo ya que las recomendaciones que proporciona nuestro recomendador son descripciones de ejercicios, con los cuales se pretende trabajar y mejorar ciertas áreas específicas de los deportistas basados en la descripción de un ejercicio inicial que sirven de guía para realizar el proceso de análisis y comparación.
- No es necesario modificar ni agregar datos o elementos extras al conjunto inicial del algoritmo, dado que este se encarga de realizar la comparación de

²⁵ Imagen fórmula para calcular el ángulo entre dos vectores Obtenido de: <https://bit.ly/3pWC6ZT>

las características similares entre todos los componentes ingresados al inicio del procedimiento.

- Posee una mayor efectividad y precisión en las recomendaciones realizadas.
- De igual manera maneja unos datos iniciales y de salida como lo veremos a continuación, que permiten una cómoda accesibilidad, adaptación y manipulación de los mismos con la finalidad de ser acoplados a los objetivos de nuestro proyecto, como lo son los siguientes:

Datos de entrada

M: Matriz con datos iniciales, o en este caso ejercicios de diferentes áreas y dificultades que serán comparados frente a uno en específico, dichos ejercicios están previamente creados con la información correspondiente a los mismos, y solo se envía un ejercicio para determinar la salida.

Datos de salida

S: Matriz con las similitudes de coseno entre todos los elementos comparados al iniciar, esta se encuentra parametrizada entre $[0,1]$ que corresponde a las igualdades entre los datos ingresados, y que sirve para posteriormente realizar la recomendación de los ejercicios a cada usuario, primeramente ordenando esta salida de mayor a menor y seleccionando una cantidad específica de estos. Debido a que el conjunto de entrada son todos los ejercicios, incluido el ejercicio a comparar, este será el dato de mayor valor en la salida por lo cual se excluye este primer elemento de la salida y se trabaja con los restantes.

- Las siguientes pruebas realizadas a los recomendadores para analizar el rendimiento, precisión y exactitud de cada uno de estos arrojó mejores resultados para el algoritmo de Similitud de Coseno:

Performance Testing

Para determinar cuáles eran los tiempos de respuesta de los algoritmos frente a una entrada (*X*) dada, se realizaron 5 pruebas a cada uno de ellos con diferentes

cantidades de ejercicios en el dataset inicial, estos valores eran 10, 100, 1000, 10000 y 100000 ejercicios respectivamente, en las cuales se pudo observar que el algoritmo de Similitud de Pearson posee una ventaja frente a el algoritmo de Similitud de Coseno en cuanto a tiempo de ejecución se trata.

Tabla V
Tiempos de ejecución de algoritmos

Datos	Segundos	
	Similitud de Coseno	Similitud de Pearson
10	0,054983616	0,01748364648
100	0,038003444671631	0.0640573501586914
1000	0.16300177574157715	0.6269354820251465
10000	32,322590351105	7,15791177749633
100000	300,21	166,56

En la tabla V se pueden observar los tiempos de ejecución en segundos de cada algoritmo implementado con diferentes cantidades iniciales de datos de entrada. Como se puede observar en ella el algoritmo de Similitud de Coseno duplica en tiempo de ejecución al algoritmo de Similitud de Pearson.

6. 1 Pruebas de Exactitud y Precisión

En esta parte se realizaron diferentes tipos de pruebas con el fin de evaluar la efectividad y coherencia en las respuestas de los algoritmos.

6.1.1 Prueba de Precisión

Esta prueba nos permite conocer el porcentaje de datos recomendados que son relevantes para el usuario final, es decir, si tenemos una recomendación de 5 datos de los cuales 3 son relevantes y 2 no, provenientes de un conjunto que contiene 10 elementos en los cuales 8 son relevantes y 2 no, usamos la siguiente expresión para determinar la precisión de la recomendación.

$$\text{Precision} = \frac{|\text{Recomendados} \cap \text{Relevantes}|}{|\text{Recomendados}|}$$

Fig. 8. Fórmula para el cálculo de la Precisión de un algoritmo de recomendación. [17]

Para este ejemplo la Precisión sería: $3/5 = 0,6$.

6.1.2 Prueba de Recall

Esta prueba puede parecer muy similar a la de precisión pero no lo es, ya que el Recall mide el porcentaje de elementos relevantes que son recomendados al usuario final.

Continuando con el ejemplo anterior el Recall para la recomendación propuesta sería $3/8 = 0,375$ y lo podemos calcular con la siguiente fórmula.

$$\text{Recall} = \frac{|\text{Recomendados} \cap \text{Relevantes}|}{|\text{Relevantes}|}$$

Fig. 9. Fórmula para el cálculo del Recall de un algoritmo de recomendación. [17]

6.1.3 Prueba de Media Armónica para Precisión y Recall

Luego de haber obtenido los valores de Precisión y Recall para cada algoritmo se procede a compararlos con base en la Media Armónica utilizando estos valores anteriormente calculados en la posterior fórmula.

$$F = \frac{2 \cdot \text{Precision} \cdot \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}}$$

Fig. 10. Fórmula para calcular la Media Armónica de un algoritmo de recomendación con base en su Precisión y Recall. [17]

A continuación se pueden observar los valores calculados de la Precisión, el Recall, y la Media Armónica (F) para este proyecto con base en las recomendaciones de cada uno de los algoritmos.

Tabla VI
Resumen de pruebas de Exactitud y Precisión

Prueba de Precisión		Prueba Recall		Prueba F		Resultado Final	
Pearson	Coseno	Pearson	Coseno	Pearson	Coseno	Pearson	Coseno
0,333333	0,666667	0,5	1	0,4	0,8	0,411	0,822
0,333333	0,33	0,75	0,75	0,461538	0,461538	0,514423	0,514423
0,666667	0,78	0,75	0,875	0,705882	0,823529	0,7075	0,825417
0,333333	0,44	0,75	1	0,461538	0,615385	0,514423	0,685897
0,444444	0,56	0,8	1	0,571429	0,714286	0,604952	0,75619
0,444444	0,56	1	1	0,615385	0,714286	0,685897	0,75619
0,888889	0,78	1	0,875	0,941176	0,823529	0,943333	0,825417
0,555556	0,78	1	1	0,714286	0,875	0,75619	0,884167
0,555556	0,78	1	1	0,714286	0,875	0,75619	0,884167
0,444444	0,56	1	1	0,615385	0,714286	0,685897	0,75619

En la tabla VI se pueden observar los valores calculados de cada una de las pruebas mencionadas anteriormente como lo son Precision, Recall y F, al igual que el resultado final de cada una de estas para 10 recomendaciones realizadas a los algoritmos con una entrada inicial igual para ambos.

En la columna Resultado Final de la tabla VI se realiza la conversión de las pruebas de exactitud realizadas a cada algoritmo, en donde se multiplica por 0,33 la columna de Precisión, por 0,33 la columna de Recall y por 0,34 la columna de F, para posteriormente sumar estos tres valores y obtener la efectividad en un rango de [0,1] de los algoritmos en cada una de sus recomendación realizadas.

Como se puede observar en la tabla VI en la columna Resultado Final, el algoritmo de Similitud de Coseno obtuvo una efectividad superior al de Similitud de Pearson, puesto que de 10 recomendaciones realizadas por ambos algoritmos a una misma entrada y con un mismo dataset inicial, 8 fueron mayores por parte de la Similitud de Coseno, 1 fue mayor por parte de la Similitud de Pearson y en 1 recomendación obtuvieron un mismo valor de efectividad.

7. Diseño e implementación del prototipo de aplicación y recomendador

Para el desarrollo se optó por desarrollar un prototipo de aplicación de tipo monolítica, donde la capa de interfaz de usuario y la capa de acceso a los datos se encuentran combinadas sobre una misma plataforma; es decir que dentro de un mismo entorno se tiene la parte tanto del back-end como del front-end, del prototipo de aplicación como tal.

Para la implementación de la interfaz gráfica, se escoge la opción de descargar un diseño de template de bootstrap gratuito, el cual traía consigo ciertos componentes gráficos útiles como lo eran botones, cards, cajas de texto, items para el sidebar [16], entre otros.

Para la implementación de la parte de la capa de acceso a datos, se utilizó la API que provee Python de manera automática de alto nivel para trabajar con los modelos creados a partir del diagrama entidad-relación.

Para la implementación del algoritmo de recomendación Similitud de Coseno con la aplicación, primeramente se realiza la creación de los ejercicios en la base de datos los cuales poseen una calificación inicial de 5 puntos, que además es la máxima aceptada como valoración para los ejercicios recomendados.

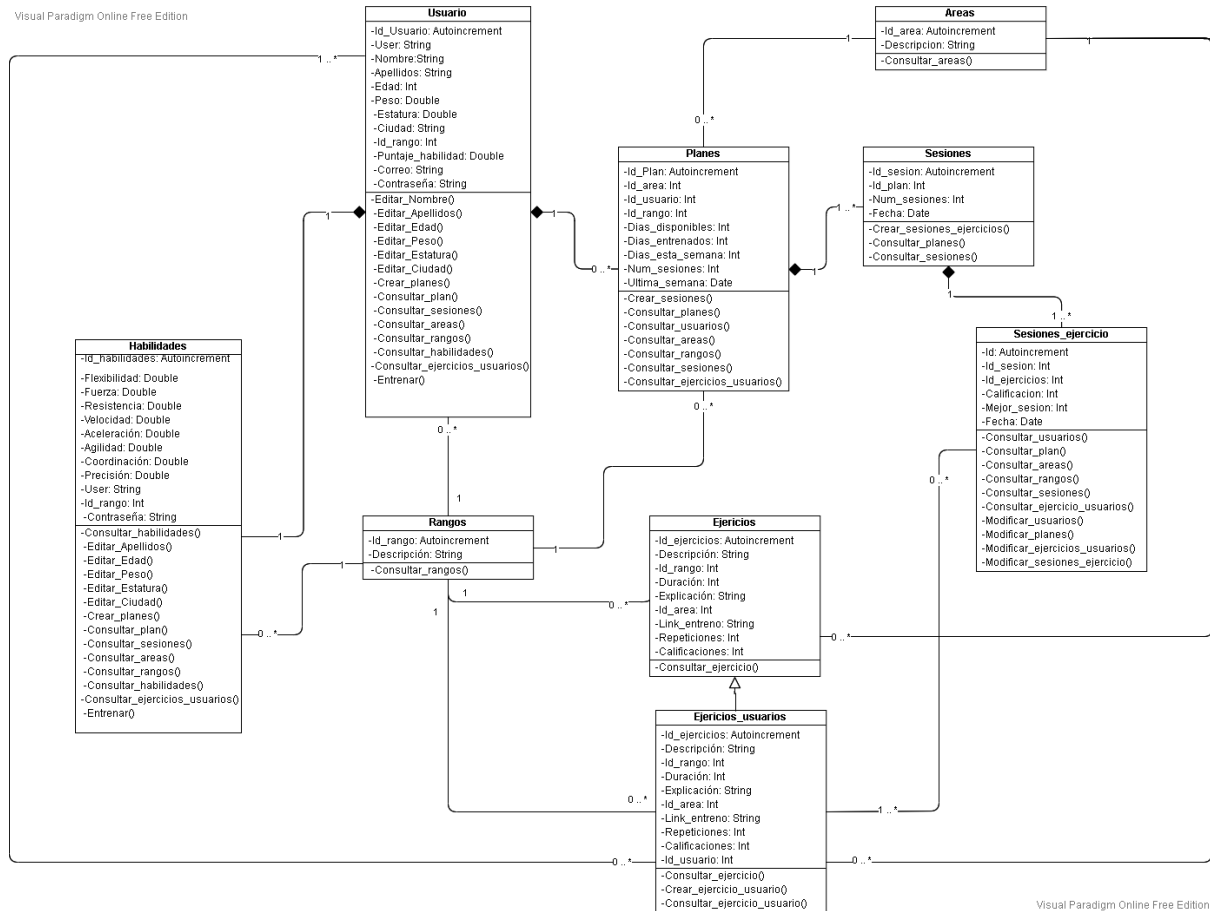


Fig. 11. Diagrama de clases UML.

Luego se procede a realizar la lectura de los ejercicios y simultáneamente crear una copia los mismos para cada usuario, esto se realiza con el fin de que cada deportista pueda tener su calificación independiente de todos los ejercicios, esta valoración se realiza al final de cada sesión de entrenamiento solo a los ejercicios recomendados en esa sesión.

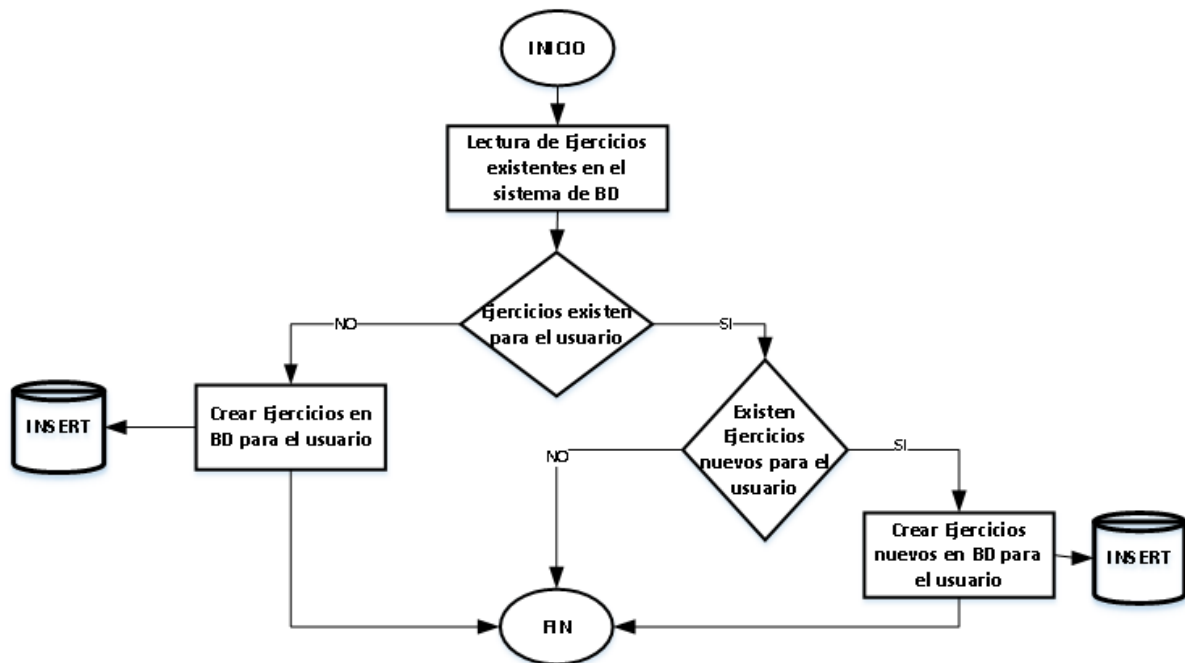


Fig. 12 Diagrama de flujo del proceso de creación y actualización de ejercicios para el usuario en BD.

Posteriormente se obtienen los ejercicios del usuario en cuestión y se convierten en un dataframe para realizar todo el proceso de comparación basados en el algoritmo de Similitud de Coseno, como se muestra a continuación:

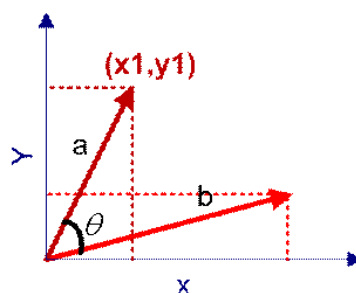


Fig. 13. Vectores a y b²⁶.

Suponiendo que los vectores de la figura #11 están compuestos por $a = (x_1, y_1)$ y $b = (x_2, y_2)$, se podría calcular el teorema de la siguiente forma:

²⁶ Imagen de dos vectores en un plano Obtenido de: <https://bit.ly/3nRIO0q>

$$\begin{aligned}
 \cos(\theta) &= \frac{\mathbf{a} \bullet \mathbf{b}}{\|\mathbf{a}\| \times \|\mathbf{b}\|} \\
 &= \frac{(x_1, y_1) \bullet (x_2, y_2)}{\sqrt{x_1^2 + y_1^2} \times \sqrt{x_2^2 + y_2^2}} \\
 &= \frac{x_1 x_2 + y_1 y_2}{\sqrt{x_1^2 + y_1^2} \times \sqrt{x_2^2 + y_2^2}}
 \end{aligned}$$

Fig. 14. Fórmula para calcular el coseno del ángulo entre el vector \mathbf{a} y \mathbf{b} ²⁷.

De esta manera se comparan cada par de elementos extraídos anteriormente y se obtiene un array de tamaño n con los valores entre $[0,1]$ de similitudes encontrados para una entrada inicial (ejercicio) que selecciona el usuario en el momento previo a iniciar una sesión de entrenamiento, estos ejercicios para que el usuario elija uno son seleccionados de los ejercicios de ese área y rango que se desea mejorar por parte del deportista.

Similitudes de coseno para una entrada (\mathbf{X}) = $[val1, val2, val3, val4, \dots, valn]$

Por último se realiza una conversión de los datos arrojados por el algoritmo y las calificaciones de los ejercicios del usuario, la cual consiste en multiplicar por 0,5 cada valor de similitud encontrado por el algoritmo de cada ejercicio y sumarlo con la multiplicación de 0,1 por la calificación obtenida de ese ejercicio para el usuario en específico, esta conversión nos regresa un valor entre $[0,1]$ el cual nos permite organizar dicha información resultante por orden descendente y luego obtener así la cantidad de ejercicios necesarios para cada sesión de entrenamiento.

Suponiendo que se tenga n ejercicios, se tendrá igual cantidad de calificaciones para cada usuario, puesto que estas corresponden a cada ejercicio en particular.

²⁷ Imagen de fórmula para calcular el coseno del ángulo entre dos vectores Obtenido de: <https://bit.ly/3BB0UIY>

Calificaciones de los ejercicios del usuario (User) = [cal1, cal2, cal3, cal4,...,caln]

Conversión

Resultado final = [(val1*0,5 + cal1*0,1), (val2*0,5 + cal2*0,1), (val3*0,5 + cal3*0,1), (val4*0,5 + cal4*0,1),...,(valn*0,5 + caln*0,1)]

Resultado final = [total1, total2, total3, total4,...,totaln]

Se incluyen las calificaciones de los ejercicios con la finalidad de que el algoritmo de recomendación se adapte a las necesidades, intereses y resultados de los deportistas

Entorno de desarrollo:

Teniendo en cuenta que el prototipo de aplicación se integra con un sistema de recomendación, desarrollado en Python, se eligió usar el framework de desarrollo web Django, debido a que es un framework propio de Python lo que lo hace altamente compatible con el recomendador. Además de eso, al ser un prototipo de aplicación de tipo monolítica, resultaba más sencillo trabajar con esta herramienta. Adicionalmente a ello, se realizó el despliegue de la app para el proceso de pruebas de usuario, donde se utilizó la plataforma de heroku, debido a su fácil manejo y además de esto, que es gratuita (hasta cierta medida). A través de esta plataforma, se utilizó una base de datos asignada automáticamente por heroku, donde sólo fue necesario modificar el archivo de conexión del prototipo, para hacer efectiva su conexión con dicha base de datos alojada en la web. Mediante la consola de la plataforma heroku instalada en el equipo de desarrollo del prototipo, fue donde se llevó a cabo la migración de los modelos previamente creados localmente y posteriormente su despliegue, a través de esta misma consola.

Requerimientos:

- **Python 3.8.10:** Lenguaje de programación utilizado para el desarrollo del prototipo de aplicación
 - **Django 3.2.6 :** Framework de Python, utilizado en el desarrollo de la prototipo de aplicación
 - **Postgres:** Gestor de la base de datos
 - **Bootstrap 4:** Biblioteca utilizada para la gestión de estilos de la app
 - **JavaScript:** Lenguaje de programación empleado para validaciones de las diferentes vistas del prototipo de aplicación
-
- **Librerías de Python requeridas en la implementación del recomendador:**
 - **Sklearn:** Empleada para el machine learning de la aplicación.
 - **Pandas:** Utilizada para crear, obtener, leer, modificar y fusionar estructuras de datos necesarias en el recomendador.
 - **Numpy:** Encargada de gestionar y mejorar el procesamiento de los datos cuando se tiene una gran cantidad de estos.
 - **Nltk:** Esta librería proporciona una gran cantidad de herramientas que permiten procesar el lenguaje natural humano de una manera más amena y así aumentar el porcentaje de efectividad en cuanto a información analizada y extraída para la recomendación de ejercicios.
 - **Time:** Empleada en la creación, lectura, modificación y procesamiento de información concerniente a fechas y tiempos.

Arquitectura:

- **Persistencia de datos:** Está compuesta por la base de datos y los archivos que están del lado del servidor, es aquí donde se almacenan todos los datos de los usuarios y los entrenamientos.

- **Modelo:** Son las clases que se encargan de comunicar los archivos de persistencia de datos, con los archivos de la vista.
- **Vista:** Son los archivos encargados de recibir peticiones por parte de los usuarios, como así mismo responder a dichas peticiones.

Módulos de la aplicación:

El prototipo de la aplicación se modularizó de tal manera que el sistema pudiera ser lo más autónomo posible, para conseguir:

- Código más legible y fácil de manejar
- Escalable a posibles funcionalidad para trabajos futuros
- Tolerante a fallos

El patrón de diseño utilizado fue MVT (Model-View-Template), el cual es un patrón de diseño propio del framework Django, que permite mantener el código de la aplicación de una manera óptima. [15]

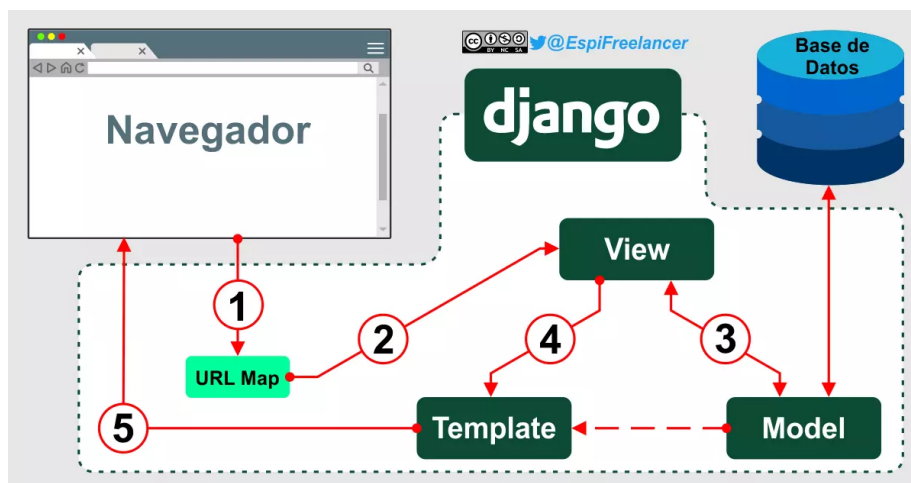


Fig. 15. Patrón de diseño Django²⁸.

²⁸ Imagen sobre el patrón de diseño de Django Obtenido de: <https://bit.ly/3BCf1ht>

- **Model:** Es la capa que tiene acceso a los datos almacenados en el gestor de datos para el prototipo de aplicación.
- **Template:** ES el enlace existente entre el modelo y el template. Aloja la parte lógica donde se realizan las validaciones necesarias acerca de la información a mostrar en el template
- **View:** Es la capa de visualización del prototipo, es decir que es la capa de interacción entre el sistema y el usuario.

Módulo de persistencia de datos

Almacena toda la información acerca de los usuarios y de sus entrenamientos, a través del gestor de bases de datos postgres. La arquitectura define mucho de lo que es la conexión a los datos, en este caso, el prototipo cuenta con una arquitectura monolítica, entonces el acceso a los datos se maneja a partir de los modelos del sistema.

Módulo de usuarios y autenticación

En este módulo es donde se encuentra la funcionalidad de registro para usuarios nuevos, y la autenticación para usuarios existentes que da paso al ingreso en el sistema. La autenticación cuenta con un método propio del framework Django, que recibe como parámetro el usuario y la contraseña ingresada por el usuario, donde dicho método devuelve una respuesta, después de realizar una consulta en la base de datos.

La funcionalidad de registro de usuarios involucra a dos tablas del modelo de Django, una es la tabla para el manejo de usuarios que trae por defecto el framework, y la segunda es una tabla que extiende de dicho modelo, donde se guarda información adicional del usuario. Para llevar a cabo el registro de usuario, se realiza a través de un método propio de Django para una de las tablas, donde se recibe la información proporcionada por el usuario en el formulario y se guarda en la base de datos. Para la segunda tabla se realiza el mismo procedimiento que para el primero, donde cabe resaltar que al momento de guardar la información en esta tabla, se debe realizar la instancia del modelo que va ligado a dicha tabla, debido a

que no es una tabla propia del framework. Luego de que se realiza este proceso de instancia, se realiza el guardado de la información normalmente.

Este módulo, también cuenta con la funcionalidad de poder editar cierta información del usuario, como lo es nombre, apellido, edad, correo, peso, estatura, ciudad; en donde se recibe la información suministrada por el usuario a través del formulario, se realizan dichos cambios a través de una función del framework.

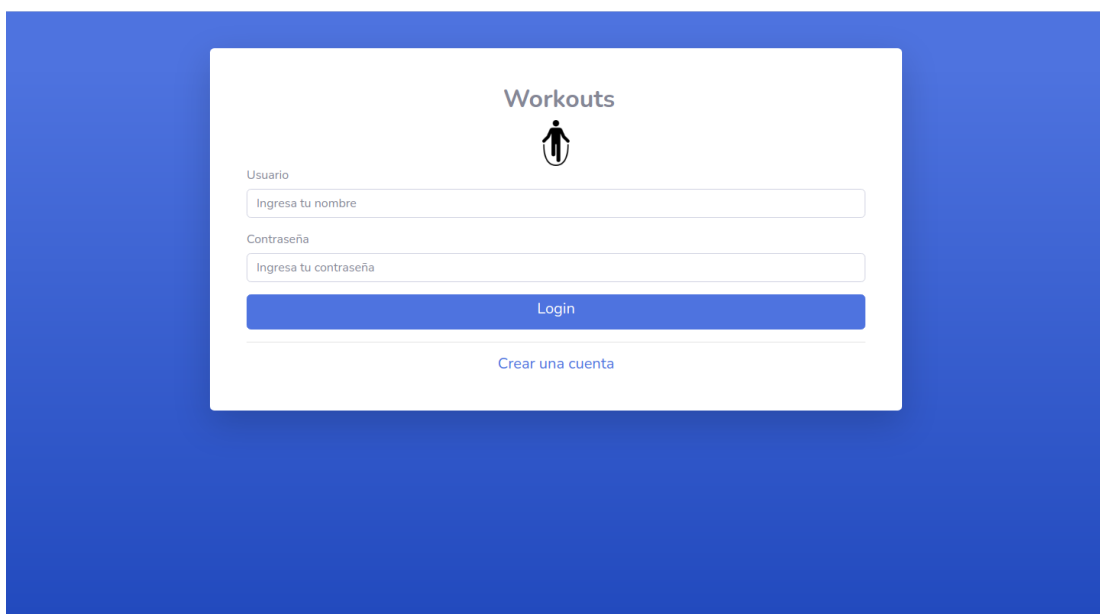


Fig. 16. Inicio de sesión de la app

←

Workouts

Registro de usuario 1/2

Datos personales

Username:
pruebas1

First name:

Last name:

Email:

Password:
.....

Edad:

Fig. 17. Formulario #1 de la aplicación

Workouts

Registro de usuario 2/2

Habilidades

Para las siguientes áreas específicas escoge una calificación de 1 a 5 de acuerdo a tus cualidades:

resistencia

☒ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☐ 5

fuerza

☒ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☐ 5

velocidad

☒ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☐ 5

aceleracion

☒ 1

Fig. 18. Formulario #2 de la aplicación

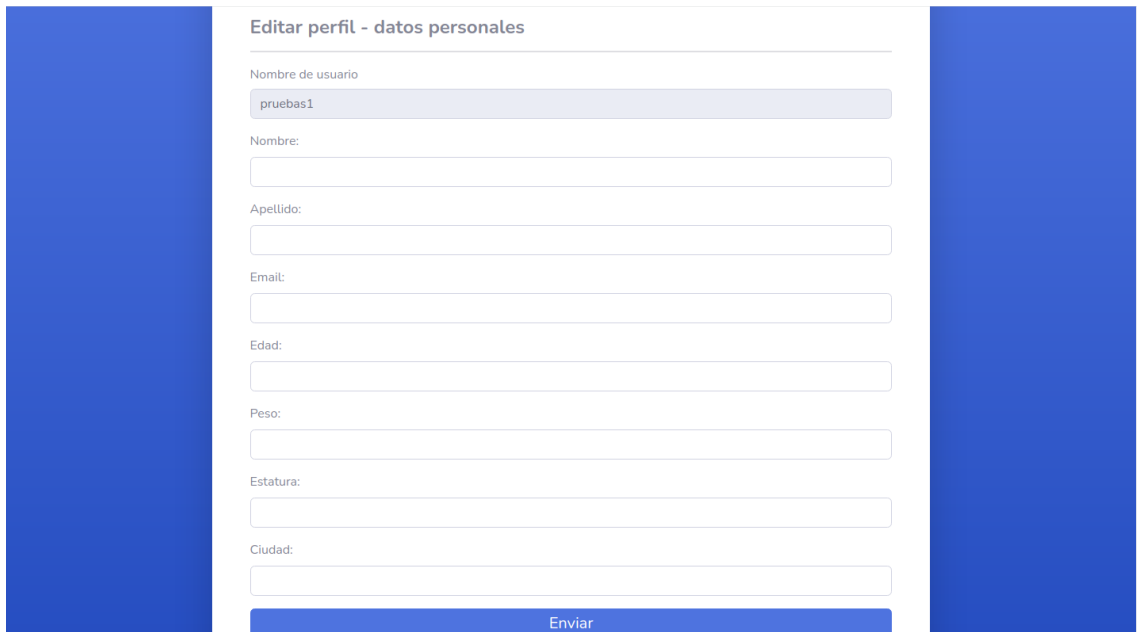
The image shows a web form titled "Editar perfil - datos personales" (Edit profile - personal data). The form is set against a white background with blue sidebars. It contains several input fields: "Nombre de usuario" (Username) with the value "pruebas1", "Nombre:" (Name), "Apellido:" (Surname), "Email:", "Edad:" (Age), "Peso:" (Weight), "Estatura:" (Height), and "Ciudad:" (City). Each field is a simple text box. At the bottom of the form is a blue button labeled "Enviar" (Send).

Fig. 19. Formulario para editar información del usuario

Módulo de entrenamientos:

Aquí es donde se gestiona todo lo que tiene que ver con la parte de entrenos, consta de tres funcionalidades principales:

- **Visualización de habilidades:** El usuario puede ver el progreso de sus habilidades, a medida que realiza sesiones de entrenamientos específicas, consulta que se realiza a través del modelo que va ligado a la tabla que contiene las habilidades de cada uno de los usuarios. Adicionalmente a la visualización de habilidades, también en esta sección se puede visualizar el rango en el se encuentra actualmente el usuario autenticado.
- **Creación de sesiones de entrenamiento:** En esta vista, es donde el usuario elige qué plan de entrenamiento desea crear. Se desplegarán los planes de entrenamiento disponibles en el prototipo de aplicación, y el usuario podrá escoger el área en específico que desea trabajar. En esta parte es donde entra en juego el recomendador, ya que de acuerdo a las preferencias definidas por el usuario, este crea los ejercicios correspondientes a esta sesión.

- **Visualización de planes:** En esta parte del prototipo, es donde se le permite al usuario poder visualizar los planes de entrenamiento que tiene pendiente por realizar, donde a partir de la visualización de estos, el usuario decide a qué plan quiere dar inicio; posteriormente a su selección el usuario podrá iniciar su sesión de entrenamiento.
- **Ejecución de un entrenamiento:** Esta es la sección final del módulo de entrenamientos, aquí es donde el usuario podrá visualizar ejercicio tras ejercicio, la información de cada uno de ellos. Una vez se dé por finalizada la sesión de entrenamiento, el usuario podrá calificar cada uno de los ejercicios, de acuerdo a que tal ha sido su experiencia.

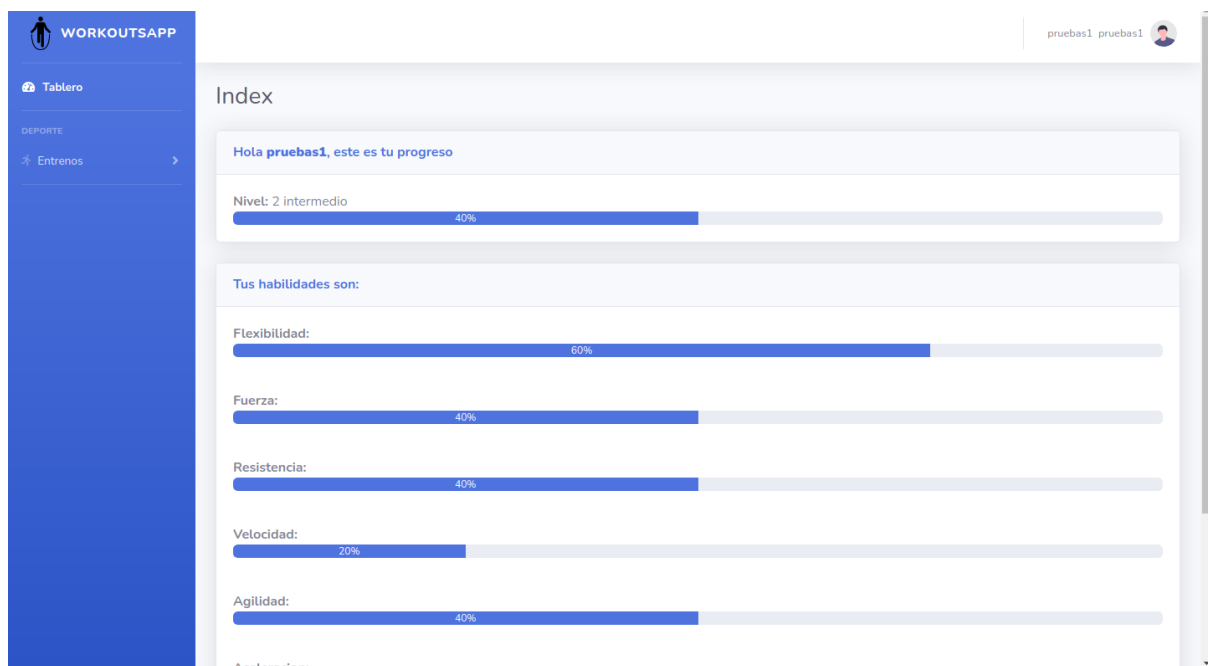


Fig. 20. Página de inicio



Fig. 21. Página de planes

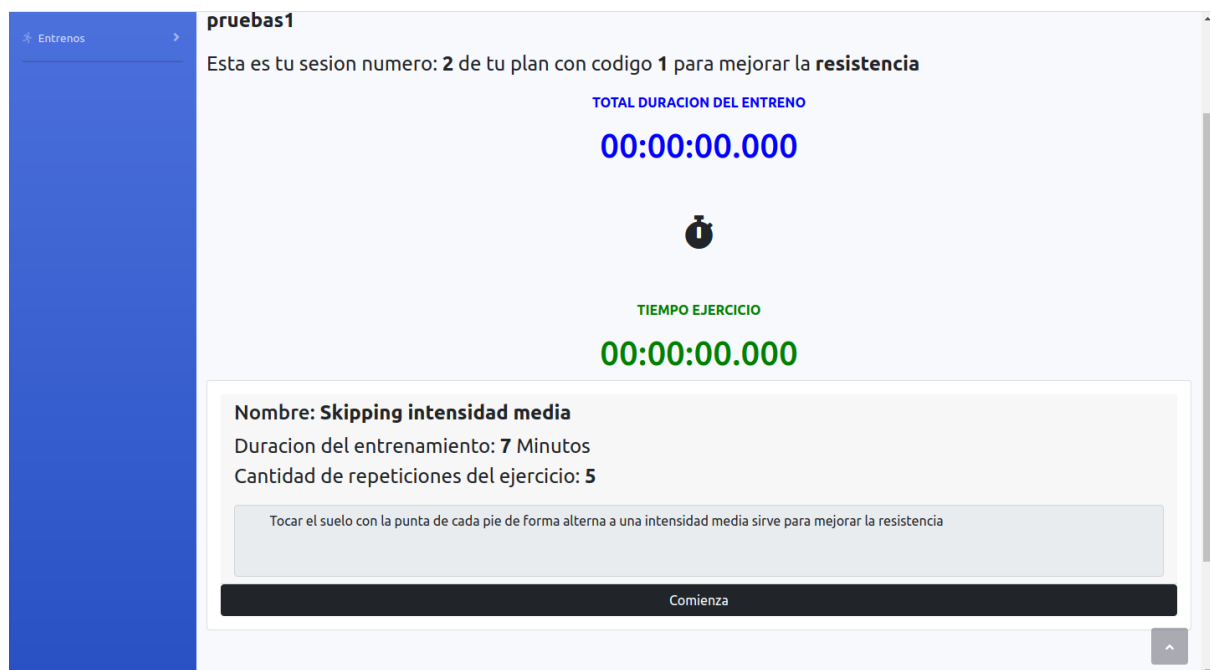


Fig. 22. Pagina de ejecución de entreno

The screenshot shows a web application interface for creating a new plan. On the left is a blue sidebar with a logo and navigation links: 'Tablero' and 'Entrenos' under the 'DEPORTE' section. The main content area is titled 'Crear nuevo plan' and 'Datos del nuevo plan'. It features a text input field for 'Nombre de usuario' containing the text 'pruebas1', a dropdown menu for 'Id Area' with a placeholder '-----', and a prominent blue button labeled 'Enviar'. The top right corner displays the user's name 'pruebas1 pruebas1' next to a small profile icon.

Fig. 23. Página de creación de planes

8. Pruebas

En esta sección se detalla el proceso de las diferentes pruebas realizadas a la aplicación desarrollada en este proyecto, con el fin de determinar cuál de los algoritmos presenta mayores ventajas en cuanto a tiempos de respuesta, exactitud y coherencia en las recomendaciones brindadas, esto con el fin de determinar el comportamiento de ambos frente a diversos escenarios a los que se pueden llegar a enfrentar, y evaluar su efectividad en estos, al igual que las pruebas funcionales, de integración, unitarias y de usabilidad ejecutadas a la aplicación final como tal.

8.1. Pruebas de funcionalidad

Las pruebas de funcionalidad realizadas al prototipo, fueron llevadas a cabo por parte de cierta cantidad de personas que se ofrecieron a servir como usuario final de la aplicación, donde posteriormente al uso del prototipo, debían responder una encuesta de nueve (9) preguntas según como haya sido su experiencia durante el uso de la misma. En dicho cuestionario se realizaban preguntas de acuerdo al diseño, el performance del recomendador, y una calificación en general del prototipo, donde a través de los resultados, podemos afirmar que:

- El prototipo tuvo una alta aceptación en cuanto a usabilidad de acuerdo a las respuestas de los usuarios, donde se puede destacar algunas respuestas textuales, donde se dice que el prototipo es bastante intuitivo en cuanto a las instrucciones que se le da al usuario para su adecuada navegación. La parte de la utilización del template gratuito de Bootstrap, también tuvo una buena aprobación de parte de los usuarios. En el primer despliegue del prototipo en la plataforma, se tuvieron ciertos inconvenientes que pudieron ser detectados por los usuarios, donde se mostraban en pantalla algunos errores emitidos por la aplicación, dichos errores fueron arreglados y desplegados nuevamente para el correcto funcionamiento del prototipo.

¿Has tenido inconvenientes para navegar entre las ventanas de la aplicación?

22 respuestas

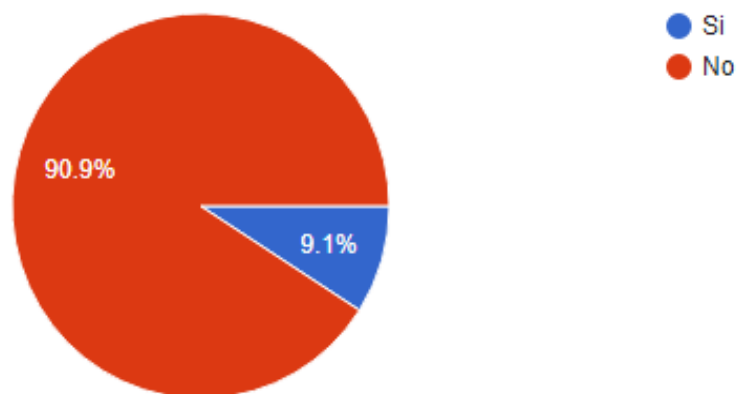


Fig. 24. Gráfico para la pregunta número 1 del cuestionario

Botones, cajas de texto y demás componentes, ¿fueron acordes al tipo de aplicación?

22 respuestas

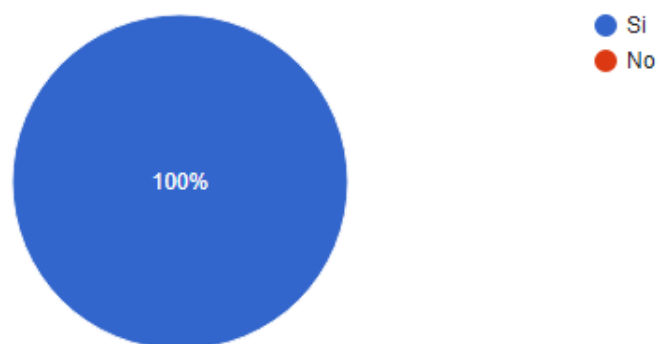


Fig. 25. Gráfico para la pregunta número 2 del cuestionario

Selecciona de 1 a 5 tu calificación para el diseño de la aplicación

22 respuestas

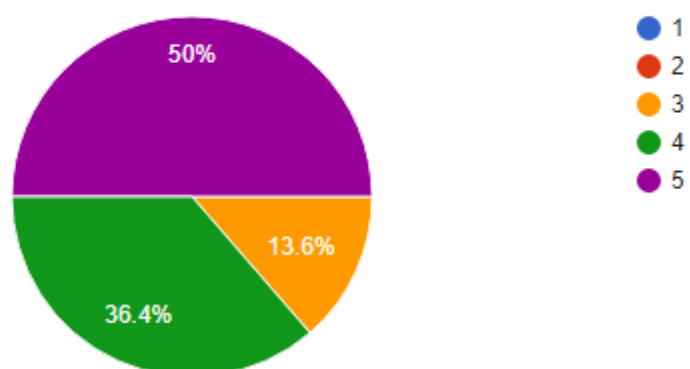


Fig. 26. Gráfico para la pregunta número 3 del cuestionario

- Por otra parte, el recomendador también tuvo una buena aceptación por parte de los encuestados, donde en las preguntas realizadas que relacionaban al recomendador, las respuestas positivas hicieron parte de la mayoría de opiniones en general. Algunas recomendaciones que realizaron los usuarios fueron agregar además de la recomendación textual que realiza el sistema, también realizar una recomendación visual, es decir que cada ejercicio recomendado, adjunte las instrucciones de cómo llevarlo a cabo en el entrenamiento, a través de un video corto o imagen.

¿Crees que los ejercicios recomendados fueron acordes a la selección del área que seleccionaste?

22 respuestas

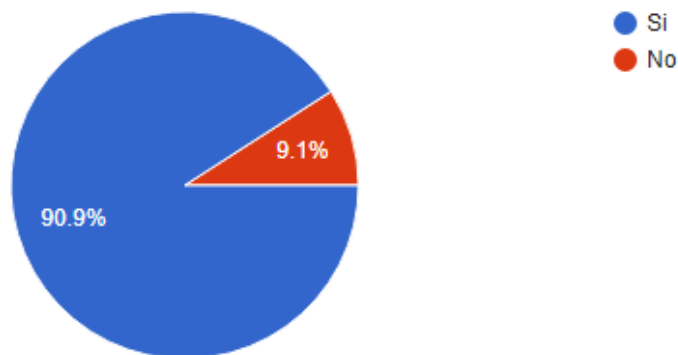


Fig. 27. Gráfico para la pregunta número 4 del cuestionario

¿Los ejercicios recomendados por la aplicación fueron los esperados?

22 respuestas

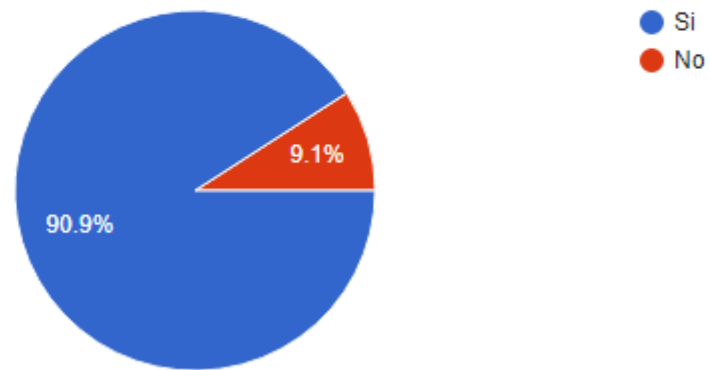


Fig. 28. Gráfico para la pregunta número 5 del cuestionario

Selecciona de 1 a 5 que tal te pareció el recomendador de la aplicación

22 respuestas

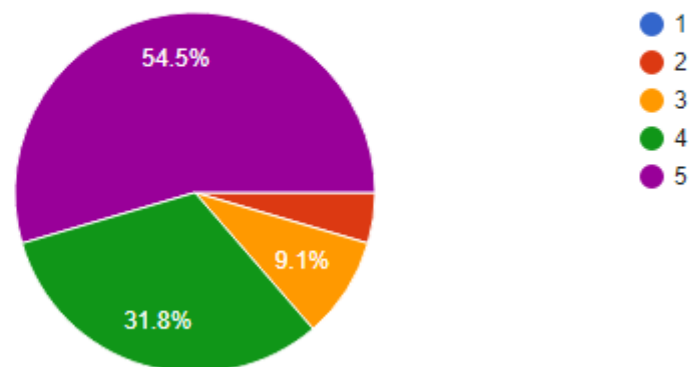


Fig. 29. Gráfico para la pregunta número 6 del cuestionario

- En términos generales, el prototipo de aplicación fue bien vista por parte de los usuarios encuestados, más que dar un punto de vista crítico en cuanto a fallas que se pudiesen presentar en el prototipo de aplicación, fueron recomendaciones que aportan a las ideas que se puedan tener para trabajos futuros, como puede llegar a ser una aplicación móvil, con base al prototipo que se tiene, y agregar algunas funcionalidades como lo es el poder de que

la aplicación emita algún tipo de motivación al usuario, a través de audios recopilados de entrenadores. Se les preguntó en el cuestionario, a los encuestados, en la sección de términos generales, que si pudieran tener la oportunidad de recomendar esta aplicación lo harían, donde más del 95% de los encuestados, respondieron que sí lo harían, confirmando el gran porcentaje de aprobación que tuvo el prototipo.

¿Recomendarías esta aplicación?

22 respuestas

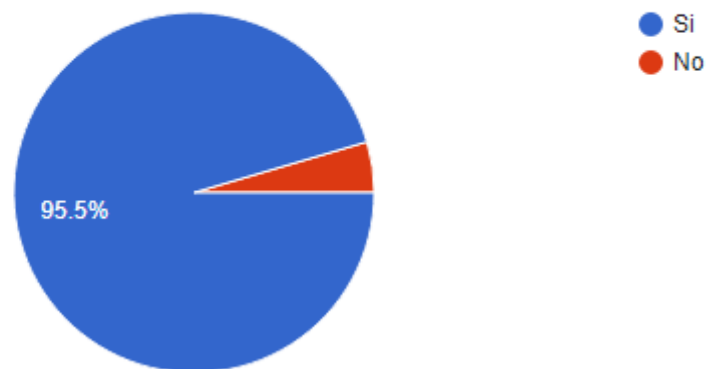


Fig. 30. Gráfico para la pregunta número 7 del cuestionario

En términos generales, ¿que tal le ha parecido la aplicación?

22 respuestas

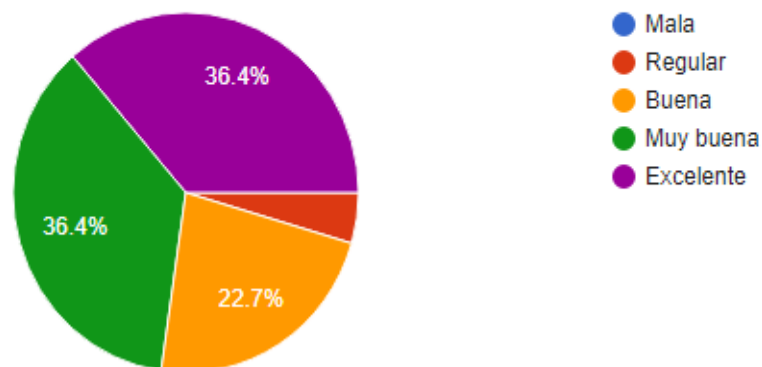


Fig. 31. Gráfico para la pregunta número 8 del cuestionario

9. Conclusiones y trabajos futuros

Conclusiones:

- El área de la inteligencia artificial, es un campo el cual está tomando mucha fuerza en la sociedad, tanto así que podría llegar a reemplazar a un humano (si así se requiere) en algunos campos laborales
- El trabajo en equipo es fundamental en el proceso académico de cualquier estudiante, ya que a través de él, se puede intercambiar cantidad de conocimiento, preparando a su vez a los estudiantes, para el futuro laboral de ellos.

- Al poner en práctica todo el conocimiento adquirido durante la carrera, se puede reconocer que al momento de dar los primeros pasos en el campo laboral, se está a un nivel muy alto, en cuanto a cualquiera de las ramas de Ingeniería de Sistemas.
- El Coseno de Similitud es un algoritmo con una eficiencia bastante alta en cuanto a comparar textos se trata, dado a que no se basa por el tamaño de estos, pero sí proporciona unos resultados confiables que sirven para hacer más eficientes las recomendaciones de diferentes ejercicios de acuerdo con los requerimientos, objetivos y resultados obtenidos en este estudio. De igual manera los tiempos de ejecución son relativamente cortos y no suelen incrementarse excesivamente. Por lo cual, es un algoritmo altamente estable basados en su velocidad y rendimiento.
- Django proporciona unas herramientas muy considerables para el desarrollo de aplicaciones Web, permitiendo manejar el patrón MVC, lo que es muy importante para la adaptabilidad y desarrollo de proyectos con cualquier tipo de dimensión y finalidad.
- Los resultados arrojados por la implementación del proyecto y de las diferentes pruebas nos indican que la parte deportiva es algo que se puede explotar mucho más desde la parte tecnológica debido a que se encuentra en constante crecimiento y actualización, por lo que contar con un equipo de trabajo que abarque todos los campos involucrados en la práctica deportiva potenciará los resultados obtenidos en el proyecto.

Trabajos futuros:

- Implementar una aplicación móvil con base en el prototipo de aplicación presentado, versátil al momento de que el usuario vaya a realizar su plan deportivo

- Adicionar material de multimedia para indicar al usuario como llevar a cabo los entrenamientos recomendados
- Vincular la aplicación con las redes sociales con el fin de alcanzar una mayor cantidad de usuarios finales, además de permitirle a los deportistas compartir sus planes y sesiones de entrenamientos con sus amigos y también poder brindarles una mayor cantidad de opciones de accesos a la aplicación.
- Agregar diferentes ejercicios que puedan enriquecer la cantidad de ejercicios existentes en los registros de la base de datos.
- Adicionar un plan de alimentación, que sugiera al deportista que alimentos ingerir para mejorar su apariencia física y rendimiento en los entrenamientos.
- Realizar un sistema de notificaciones que permita a los usuarios recordar sus entrenamientos diarios por medio del correo electrónico, o bien sea del dispositivo móvil si se llegase a implementar la aplicación móvil.
- Agregar una voz que haga las veces de entrenador al momento que se inicia una sesión por parte del usuario, lo que le permitirá al usuario realizar el ejercicio sin necesidad de ver la pantalla.

10. Anexos

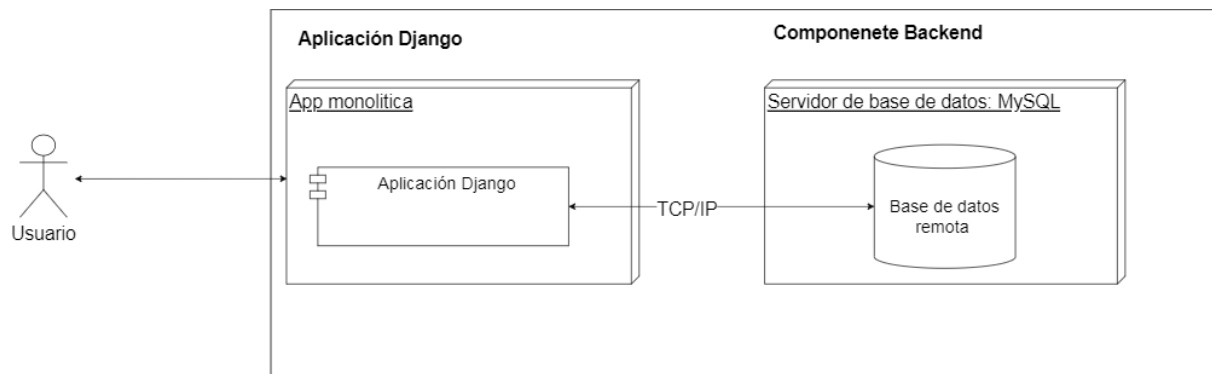


Fig. 32. Diagrama de despliegue

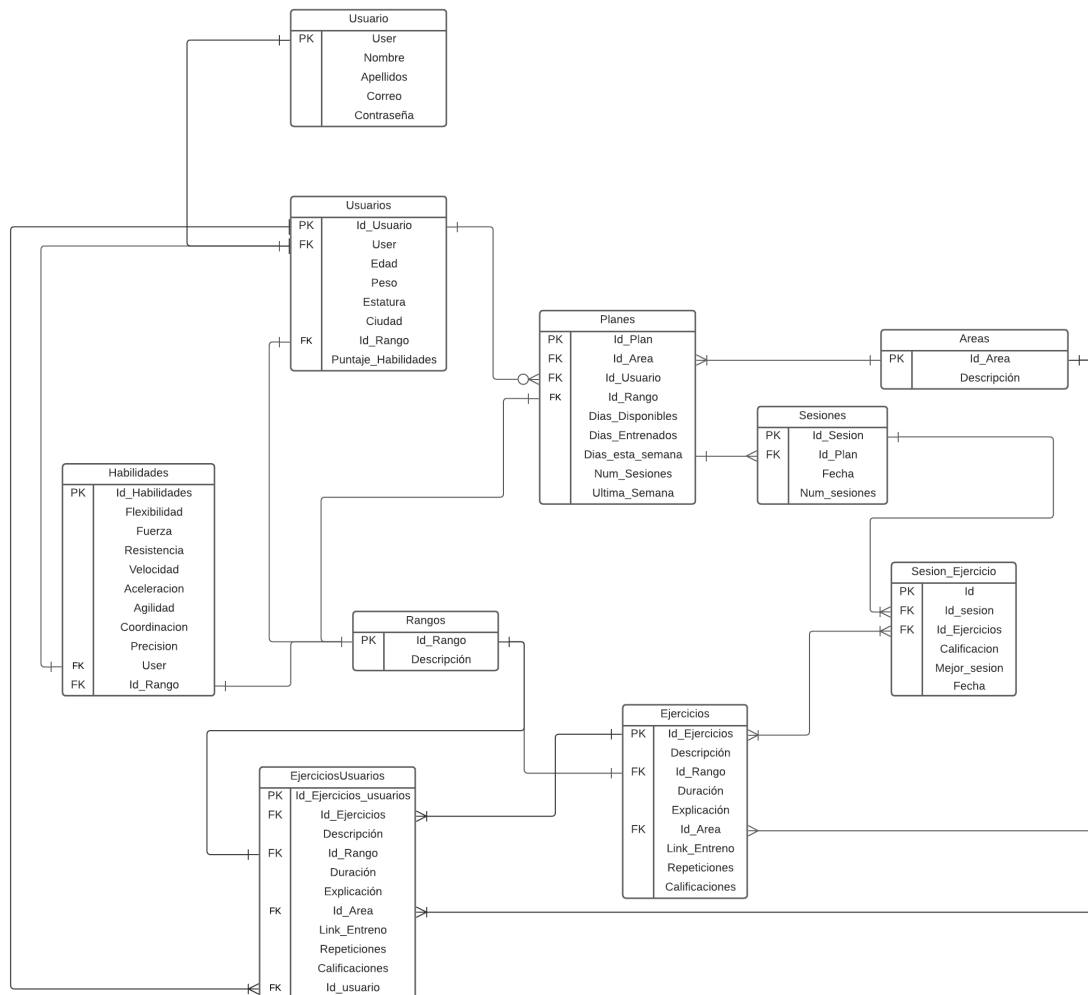


Fig. 33. Diagrama Relacional.

Link encuestas

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1UHuc2HfPbZoW0Pnl93OiTg8qsLLRNBcyCcDgfu2jmEc/edit?usp=sharing>

14. Bibliografía

- [1] "Qué es Machine Learning, cómo funciona y a qué se aplica", APD España, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/2DillvS>. [Accedido: 21 de agosto de 2020].
- [4] L. Reina Montero and V. Martínez de Haro, Manual de teoría y práctica del acondicionamiento físico. [Madrid]: CV Ciencias del Deporte, 2003, pp. 6-18.
- [5] J. López, "La teoría del entrenamiento deportivo", AS.com, 2007. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/31l0qYD>. [Accedido: 22 de agosto de 2020].
- [6] "La Importancia Del Acondicionamiento Físico", noticiasibo.com. 2018. [En línea] Disponible: <https://bit.ly/3ld9wi0> [Accedido el 23 de agosto de 2020].
- [7] "Qué es Kanban: Definición, Características y Ventajas", Kanban Software for Agile Project Management, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/2ZKQklp>. [Accedido el 25 de agosto de 2020].
- [8] "Scrum: qué es, cómo funciona y por qué es excelente", *Atlassian*, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3mypoNdI>. [Accedido el 20 de Diciembre de 2020].
- [9] "La Metodología XP: la metodología de desarrollo de software más exitosa", *Proagilist*, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3GKECIz>. [Accedido el 20 de Diciembre de 2020].
- [10] "Algoritmo de similitud de Pearson". [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3ECBgFS> [Accedido 25 de octubre de 2021]
- [11] "Algoritmo de similitud de Coseno". [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3pYQZe3> [Accedido 25 de octubre de 2021]

[12] “¿Qué es ASCII? » Su Definición y Significado [2021]”.

[En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3CxFLki>

[Accedido 25 de octubre de 2021]

[13] “Algoritmo de similitud - similitud de coseno”, Programador Clic. [En línea]

Disponible: <https://bit.ly/3Cumz6V> [Accedido el 26 de octubre de 2021].

[14] “Similitud de coseno: ¿Cómo mide la similitud, las matemáticas detrás y el

uso en Python?”, ICHI.PRO. 2021. [En línea] Disponible: <https://bit.ly/3moJ0ox>

[Accedido el 26 de octubre de 2021].

[15] “Qué es el patrón MTV (Model Template View)”.

[En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3o6nPYf>.

[Accedido 29 de octubre de 2021]

[16] “Sidebars · Bootstrap v5.0. Sidebars - Bootstrap”.

[En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3BFweq6>.

[Accedido 26 de octubre de 2021]

[17] “Sistemas de recomendación, parte 4: métricas de evaluación”, Saavedra, J. .

2018. [En línea] Disponible: <https://bit.ly/3Bv8XHa> [Accedido el 26 de octubre de

2021].