

## Anexos

### A. Manual de usuario

En este Anexo se muestra una guía de utilización de la aplicación, enfocada tanto al entrenador como a los jugadores. En la Sección A.1 se explica el manual de la aplicación de escritorio y en la Sección A.2 se explica el manual de la aplicación móvil.

#### A.1 Manual de usuario de la aplicación de escritorio

La aplicación de escritorio la utilizará el entrenador del equipo, comenzando en una ventana de inicio que permite acceder a las dos funciones principales. Se podrá utilizar el recomendador o la consulta de ejercicios accediendo a través de las pestañas situadas en la parte superior izquierda (ver Figura 19).

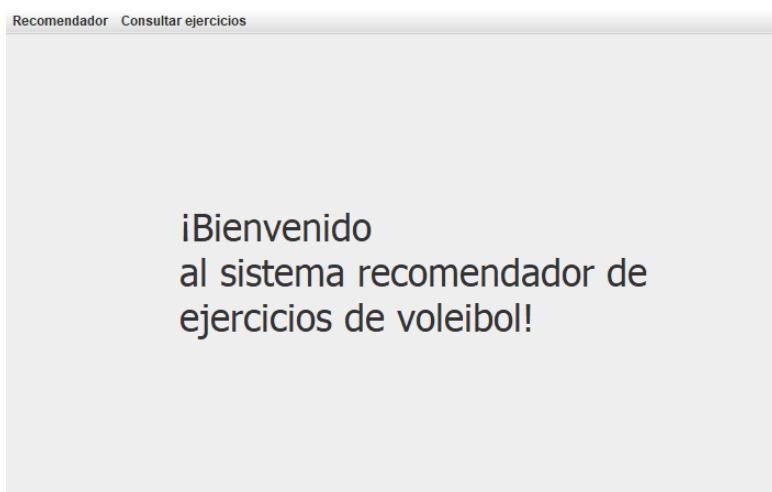


Figura 19: pantalla de inicio de la aplicación de escritorio

Se empezará explicando la función recomendadora. En ella, se introducirán el número de jugadores del que va a constar tu entrenamiento futuro, la edad aproximada de los jugadores que lo realizarán, la duración total en minutos, el objetivo a mejorar (Equilibrado, Ataque, Defensa, Recepción, Colocación, Remate, Bloqueo y Saque) y el aspecto de juego al que dar prioridad (Equilibrado, Técnica, Táctica y Físico). Se puede no especificar cualquiera de ellos. Una vez hecho esto, se pulsa el botón central (ver Figura 20).

**Introduzca las preferencias de su entrenamiento:**

Nº jugador...  Edad aproximada:

Duración total aproxim...  Objetivo a mejorar:

Dar prioridad a:

**Generar entrenamiento...**

Figura 20: pantalla de introducir preferencias de la aplicación de escritorio

Se presenta la rutina del entrenamiento a seguir, la cual consta de varios ejercicios. Es labor del entrenador el revisarlos y ejecutarlos en el entrenamiento real. Para verlos en profundidad solo hay que pulsar encima de cualquiera de ellos (ver Figura 21).

993	Robo de balón en sprint	Aceleración del jugador para int...
992	Pareja de sombra	Por parejas, uno ejecuta rápida...
988	Pases de balón a zona alejada	Realizar una serie de pases ad...
982	Calentamiento básico 5	El equipo realiza al mismo tiem...
981	Calentamiento básico 4	El equipo realiza al mismo tiem...
979	Calentamiento básico 2	El equipo realiza al mismo tie...
995	Estiramiento de hombros y esp...	Los jugadores, en una superfici...
994	Movimiento por referencias	Por parejas o tríos, actúan simu...
991	Desplazamientos bordeando ob...	Sobre dos referencias separad...
990	Salidas en carrera tocando línea	Salidas en carrera por parejas ...
987	Movimientos con los ojos cerrad...	Se mandará recorrer una distan...

Figura 21: pantalla de muestra de rutinas de la aplicación de escritorio

La pantalla de detalle de ejercicios consta de todas sus características, y puede tener una imagen de referencia para ayudar a la descripción del ejercicio. El entrenador puede puntuar el ejercicio en la parte inferior de la pantalla, escribiendo una puntuación del 0 (mala puntuación) al 10 (buena puntuación). Cuando quiera volver a la rutina, tan solo es necesario pulsar el botón “Atrás” situado en la esquina superior izquierda (ver Figura 22).

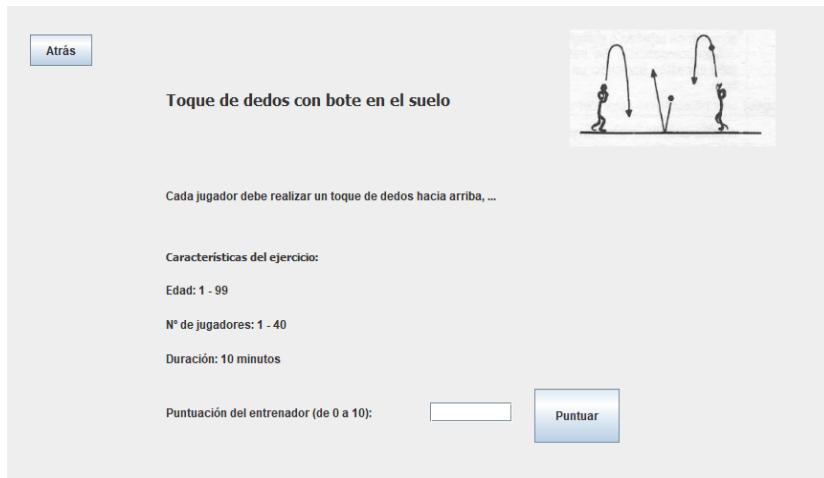


Figura 22: pantalla de detalles del ejercicio de la aplicación de escritorio

A partir de ahora, se mostrará el funcionamiento de la segunda parte de la aplicación, la consulta de ejercicios.

La pantalla principal consta de la lista de todos los ejercicios de la base de datos y de un buscador de los mismos, filtrándolos por sus características anteriormente mencionadas. Una vez seleccionadas, se debe pulsar el botón “Filtrar ejercicio”.

Además, se pueden añadir más ejercicios y eliminarlos utilizando los dos botones de la parte inferior de la ventana (ver Figura 23).

Código	Nombre	Descripción
62	Pase de an...	Jugador A.I...
63	Pase de an...	Jugador F ...
64	Pase de an...	Por pareja...
65	Toque de d...	Por pareja...
66	Toque de d...	Por trios, u...
67	Toque de d...	Cada juga...
68	Remate co...	Cada juga...
69	Remate y p...	Por pareja...
70	Remate dir...	Por pareja...
71	Defensa d...	Por trios, A ...
72	Defensa d...	Por pareja...
73	Defensa d...	En grupos ...
74	Saque apu...	Todo el eq...
75	Saque apu...	A y B se tur...
76	Saque apu...	A y B se tur...
77	Bloqueo si...	Por pareja...

Buscador:

Duración entre  y  minutos

Jugadores e...  y  perso...

Edad entre  y  años

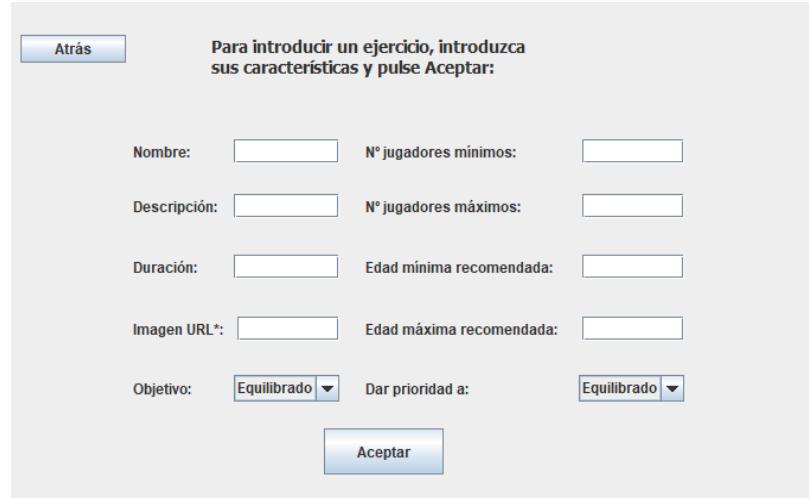
Objetivo:

Prioridad:

Figura 23: pantalla de ejercicios totales de la aplicación de escritorio

Para añadir un ejercicio, se requiere introducir obligatoriamente toda su información, siendo la imagen la única característica no obligatoria. Para introducir la imagen, se debe introducir la dirección

relativa donde se encuentre la misma. Una vez pulsado el botón “Aceptar”, el ejercicio se añadirá a la base de datos (ver Figura 24).



Atrás

Para introducir un ejercicio, introduzca sus características y pulse Aceptar:

Nombre:  Nº jugadores mínimos:

Descripción:  Nº jugadores máximos:

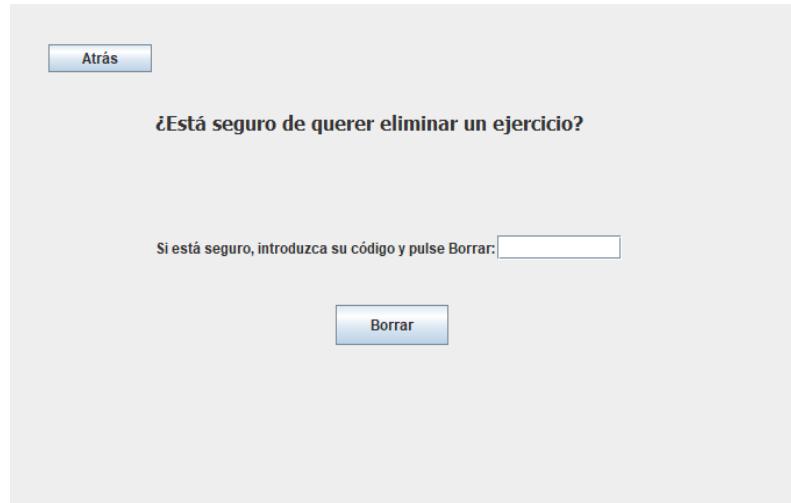
Duración:  Edad mínima recomendada:

Imagen URL\*:  Edad máxima recomendada:

Objetivo:  Dar prioridad a:

Figura 24: pantalla de añadir ejercicio de la aplicación de escritorio

Para aquellos casos en los que se haya introducido un ejercicio repetido, o el entrenador considere que uno de los ejercicios de la base de datos no le es funcional y no quiere que se lo recomiendan, se puede borrar un ejercicio introduciendo su ID y pulsando botón “Borrar”. Para consultar el ID de un ejercicio, solo se necesita buscarlo en la consulta de ejercicios (ver Figura 25).



Atrás

¿Está seguro de querer eliminar un ejercicio?

Si está seguro, introduzca su código y pulse Borrar:

Figura 25: pantalla de borrar ejercicio de la aplicación de escritorio

## A.2 Manual de usuario de la aplicación móvil

La aplicación móvil la utilizarán los diferentes jugadores del equipo de voleibol liderado por el entrenador que utilizará la aplicación de escritorio. Por ello, se necesita que sea simple e intuitiva.

En la primera pantalla, los jugadores necesitan introducir un usuario y contraseña para poder diferenciarse. Se recomienda que los usuarios seleccionados sean sencillos para su uso en futuras sesiones de entrenamiento (ver Figura 26).



Figura 26: pantalla de inicio de la aplicación móvil

Una vez introducidos los datos, se pulsa “Enviar” y se accede a la pantalla de ejercicios de voleibol. En ella, los jugadores pueden observar los ejercicios, pulsarlos para verlos en mayor detalle y seleccionar una rutina en la pestaña superior. El entrenador les comunicará a sus jugadores la rutina correspondiente que han realizado para que puedan puntuar sus ejercicios (ver Figura 27).

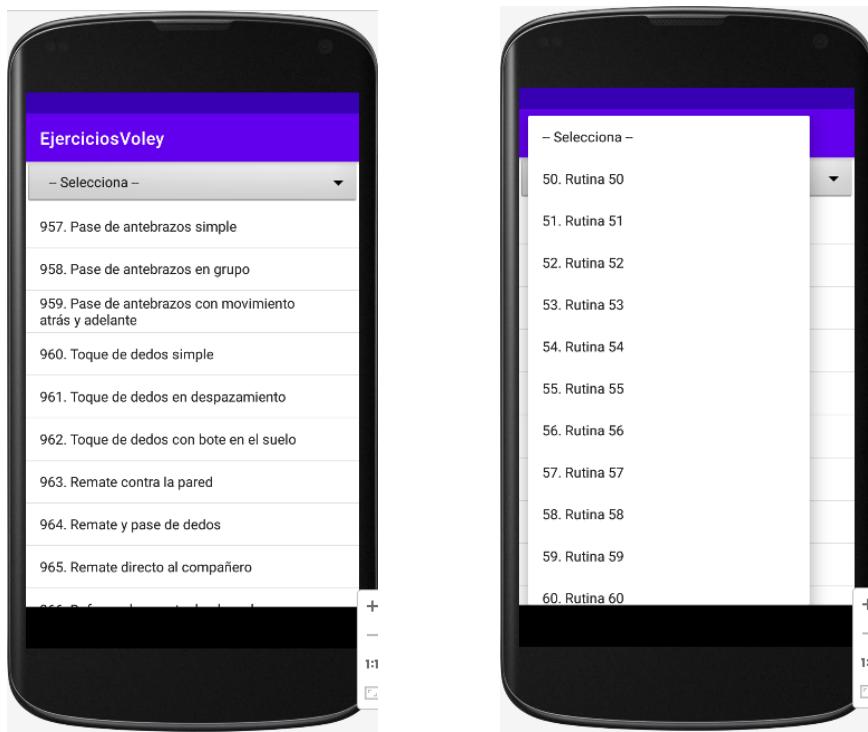


Figura 27: pantallas de ejercicios totales de la aplicación móvil

Los jugadores pulsarán los determinados ejercicios de la rutina para introducir una puntuación del 0 (mala puntuación) al 10 (buena puntuación), tras lo cual deberán pulsar el botón “Enviar”. En la pantalla de detalles del ejercicio, se pueden observar su nombre, descripción y duración (ver Figura 28).

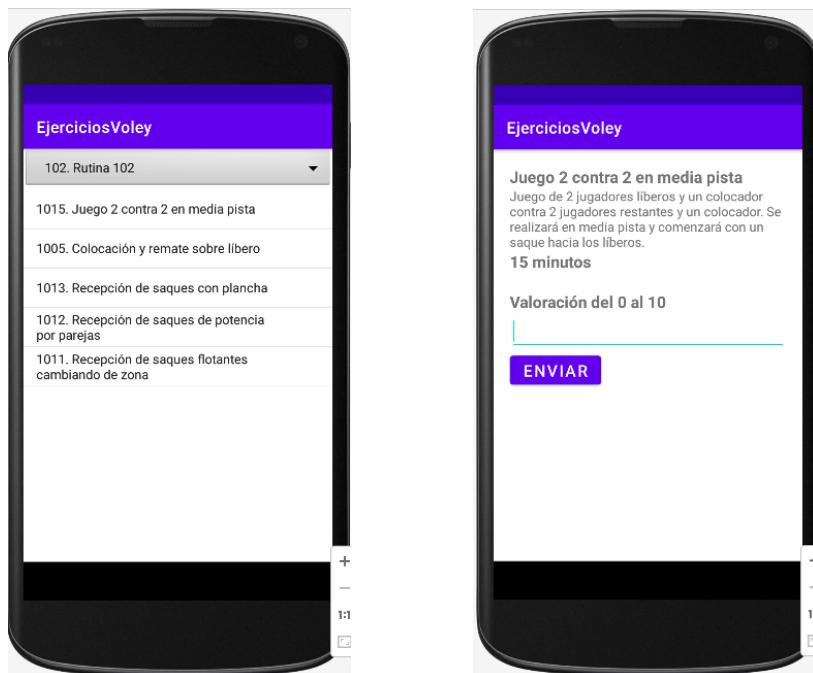


Figura 28: pantallas de detalles de ejercicios de la aplicación móvil

## B. Diagramas de actividades

En este Anexo se presentan los diagramas de actividades de la aplicación. Para cada caso de uso, se explica con un diagrama de actividades el algoritmo que sigue.

### B.1 Diagrama de actividades del caso de uso CU01 (Obtener recomendación)

Para obtener un listado con los ejercicios a ejecutar, el usuario debe empezar con la opción “Realizar entrenamiento”. Tras ello, será necesario especificar los detalles que quiere para su sesión y el sistema generará la lista de los ejercicios, mostrándola por pantalla. Para lograrlo, se debe consultar primero con la base de datos para obtener todos los ejercicios guardados y poder usar el algoritmo recomendador. Finalmente, el usuario podrá ver los ejercicios resultado y aplicarlos con su criterio (ver Figura 29).

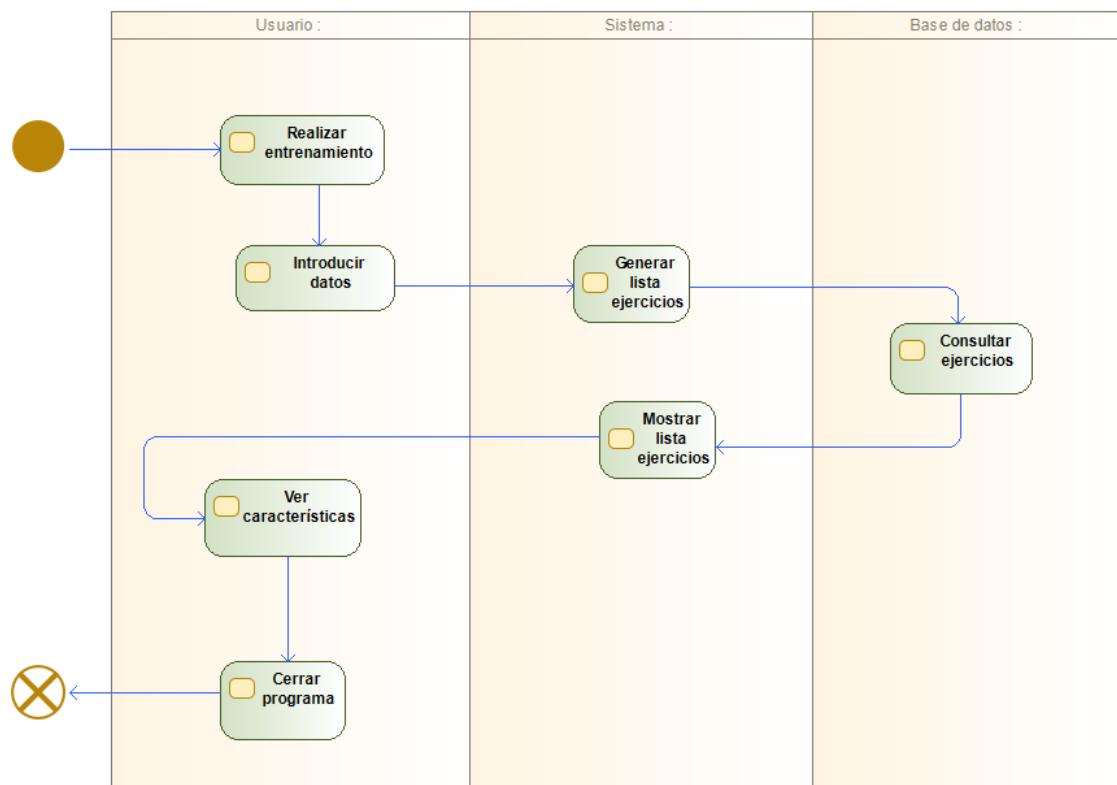


Figura 29: Diagrama de actividades “Obtener recomendación”

## B.2 Diagrama de actividades del caso de uso CU02 (Consultar ejercicios)

El usuario comienza con la opción “Consultar ejercicios” y, del mismo modo que con una recomendación, se generará la lista de ejercicios consultando la base de datos y mostrándolos por pantalla. La diferencia reside en que en este caso no se aplica ningún algoritmo recomendador, sino que la lista de ejercicios se muestra completa por pantalla. Finalmente, se podrán observar todas las características de cada ejercicio si así se desea (ver Figura 30).

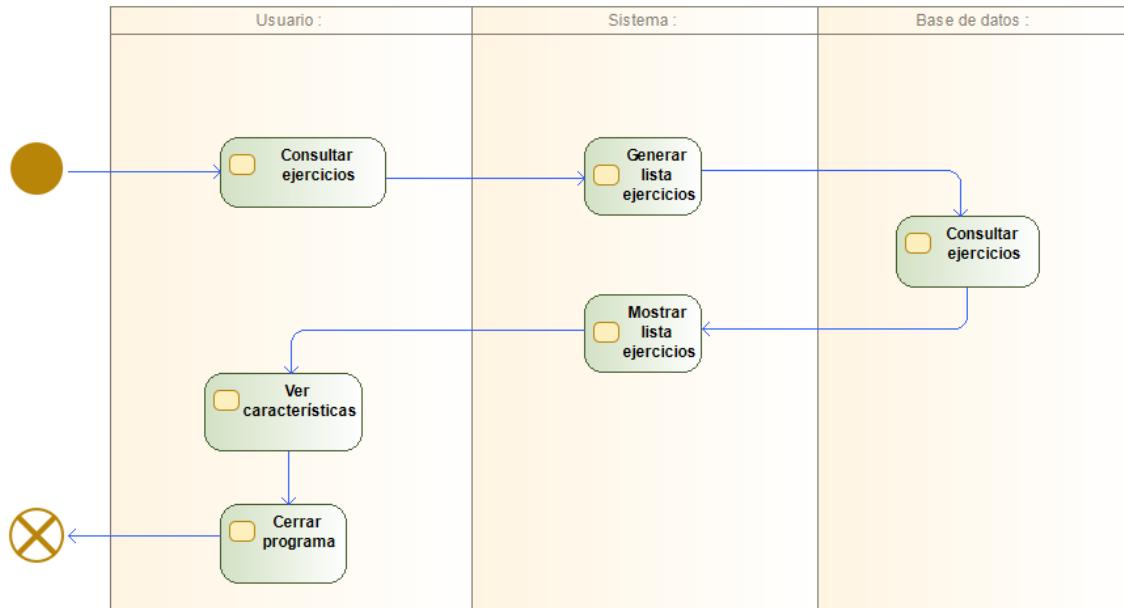


Figura 30: Diagrama de actividades “Consultar ejercicios”

### B.3 Diagrama de actividades del caso de uso CU03 (Puntuar ejercicio)

El usuario tiene la opción de puntuar ejercicios de dos maneras distintas. En la primera, es necesario generar una recomendación y en la segunda, pulsar la opción de “Consultar ejercicios”. De ambas maneras se genera la lista de ejercicios consultando la base de datos, y el entrenador podrá seguidamente ver sus características y puntuar cada ejercicio individualmente. Además, al haber realizado un cambio en el ejercicio, se actualizará la puntuación en la base (ver Figura 31).

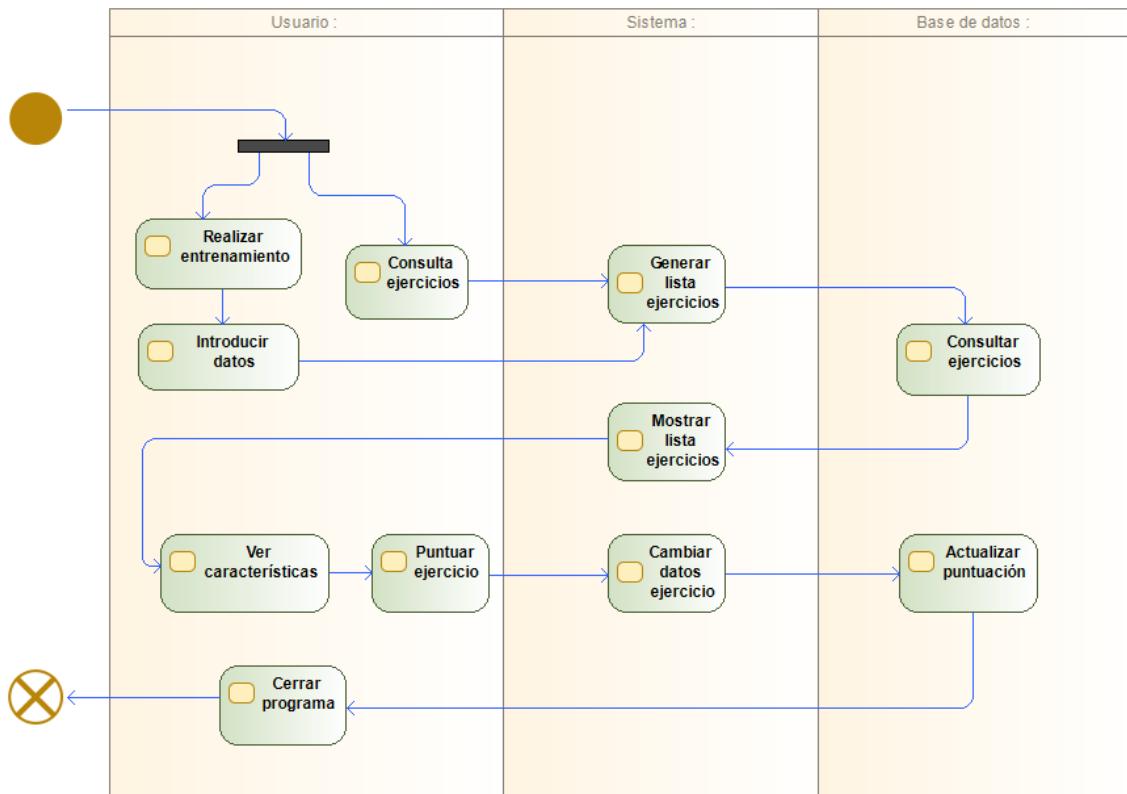


Figura 31: Diagrama de actividades “Puntuar ejercicio”

## B.4 Diagrama de actividades del caso de uso CU04 (Añadir ejercicio)

El usuario comienza con la opción “Consultar ejercicios”, mostrando la lista. Después, pulsando la opción “Añadir ejercicio”, aparecerá una ventana para introducir todos los datos que conforman un ejercicio: nombre, descripción, posible imagen, número de jugadores necesario, edad recomendada y duración. Al haber añadido información nueva, la base de datos es actualizada y el usuario puede seguir utilizando la aplicación o salir de ella (ver Figura 32).

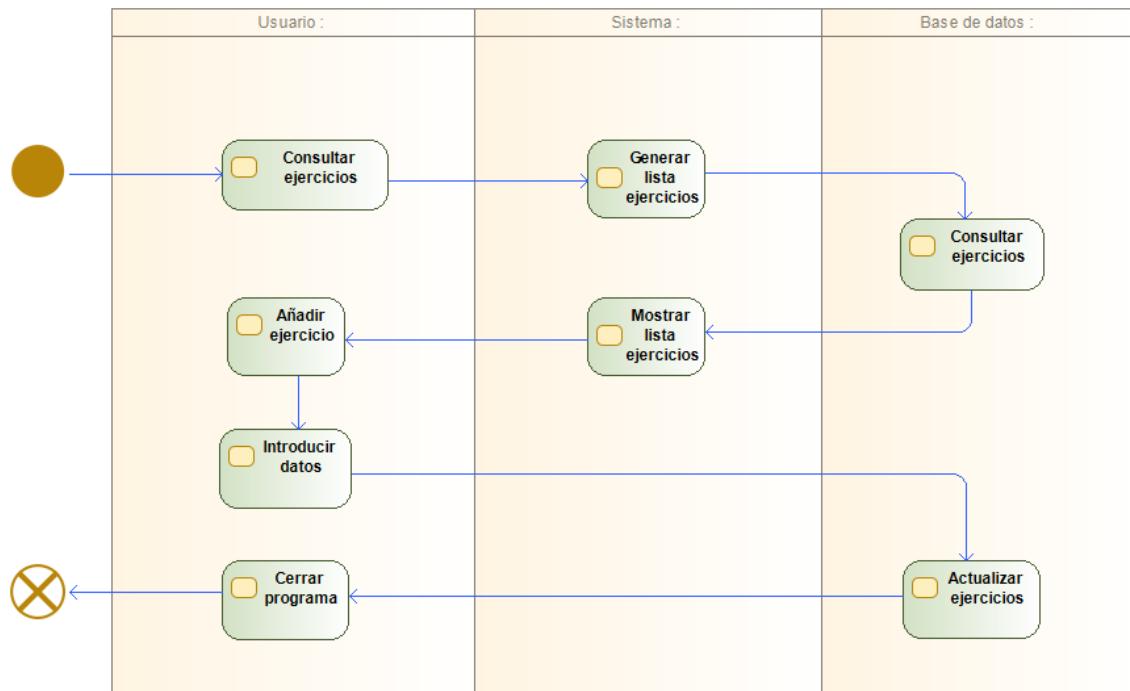


Figura 32: Diagrama de actividades “Añadir ejercicio”

## B.5 Diagrama de actividades del caso de uso CU05 (Eliminar ejercicio)

El usuario comienza con la opción “Consultar ejercicios”, mostrando la lista. Después, pulsando la opción “Eliminar ejercicio”, podrá seleccionar directamente el ejercicio a borrar. Una vez seleccionado, se requiere una confirmación para evitar errores. Al haber cambiado la información de la lista, la base de datos es actualizada y el usuario puede seguir utilizando la aplicación o salir de ella (ver Figura 33).

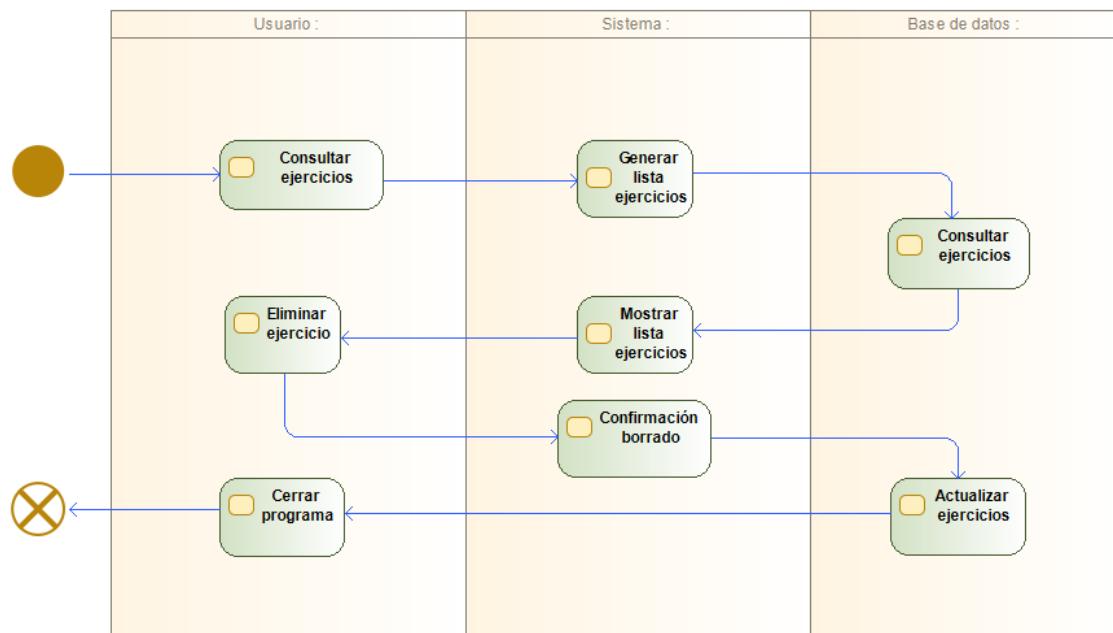


Figura 33: Diagrama de actividades “Eliminar ejercicio”

## C. Esquema físico en PostgreSQL

A partir del esquema relacional, se crearon las tablas correspondientes al modelo físico en la base de datos PostgreSQL. Las siguientes sentencias muestran la creación de estas tablas.

### C.1 Tabla Ejercicio de la base de datos

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS public."Ejercicio"
(
    "Id" serial NOT NULL,
    "Nombre" text COLLATE pg_catalog."default" NOT NULL,
    "Descripcion" text COLLATE pg_catalog."default",
    "EdadMinima" integer NOT NULL,
    "EdadMaxima" integer NOT NULL,
    "Duracion" integer NOT NULL,
    "NumeroJugadoresMinimo" integer NOT NULL,
    "NumeroJugadoresMaximo" integer NOT NULL,
    "Puntuacion" real,
    "NumUsos" integer NOT NULL,
    "Objetivo" text COLLATE pg_catalog."default" NOT NULL,
    "Tipo" text COLLATE pg_catalog."default" NOT NULL,
    "ImagenURL" text COLLATE pg_catalog."default",
    CONSTRAINT "Ejercicio_pkey" PRIMARY KEY ("Id")
)
```

### C.2 Tabla Usuario de la base de datos

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS public."Usuario"
(
    "Id" serial NOT NULL,
    "Nombre" text COLLATE pg_catalog."default" NOT NULL,
```

```
"Contrasenya" text COLLATE pg_catalog."default" NOT NULL,  
CONSTRAINT "Usuario_pkey" PRIMARY KEY ("Id")  
)
```

### C.3 Tabla Rutina de la base de datos

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS public."Rutina"  
(  
"Id" serial NOT NULL,  
"Nombre" text COLLATE pg_catalog."default" NOT NULL,  
CONSTRAINT "Rutina_pkey" PRIMARY KEY ("Id")  
)
```

### C.4 Tabla RutinaEjercicio de la base de datos

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS public."RutinaEjercicio"  
(  
"IdEjercicio" integer NOT NULL,  
"IdRutina" integer NOT NULL,  
CONSTRAINT "RutinaEjercicio_pkey" PRIMARY KEY ("IdEjercicio", "IdRutina"),  
CONSTRAINT fk_ejercicio FOREIGN KEY ("IdEjercicio")  
    REFERENCES public."Ejercicio" ("Id") MATCH SIMPLE  
    ON UPDATE NO ACTION  
    ON DELETE NO ACTION,  
CONSTRAINT fk_rutina FOREIGN KEY ("IdRutina")  
    REFERENCES public."Rutina" ("Id") MATCH SIMPLE  
    ON UPDATE NO ACTION  
    ON DELETE NO ACTION  
    NOT VALID  
)
```

## C.5 Tabla UsuarioEjercicio de la base de datos

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS public."UsuarioEjercicio"
(
    "IdUsuario" integer NOT NULL,
    "IdEjercicio" integer NOT NULL,
    "Puntuacion" real NOT NULL,
    CONSTRAINT "UsuarioEjercicio_pkey" PRIMARY KEY ("IdUsuario", "IdEjercicio"),
    CONSTRAINT "UsuarioEjercicio_IdEjercicio_fkey" FOREIGN KEY ("IdEjercicio")
        REFERENCES public."Ejercicio" ("Id") MATCH SIMPLE
        ON UPDATE NO ACTION
        ON DELETE NO ACTION
    NOT VALID,
    CONSTRAINT "UsuarioEjercicio_IdUsuario_fkey" FOREIGN KEY ("IdUsuario")
        REFERENCES public."Usuario" ("Id") MATCH SIMPLE
        ON UPDATE NO ACTION
        ON DELETE NO ACTION
    NOT VALID
)
```

## D. Ventanas y cuadros de diálogo de la aplicación de escritorio

Se han elaborado bocetos con la herramienta Pencil para crear un diseño visual básico a la hora de elaborar las ventanas finales de aplicación en la programación del sistema recomendador. Cada boceto sirve para conceptualizar una ventana.

**Ventana inicial:** Contiene un mensaje de bienvenida y es la primera ventana con la que el usuario tomaría contacto con la aplicación. Contiene dos botones para utilizar sus principales funcionalidades: el recomendador de sesiones y la consulta de ejercicios (ver Figura 34).



Figura 34: Ventana inicial

A sketch of a window titled "Untitled Frame". The window has a blue header bar with three standard window control buttons. The main content area is light beige and contains five input fields: "Nº Jugadores" (Text box), "Edad" (Text box), "Duración" (Text box), "Tipo" (Combo box with a dropdown arrow), and "Objetivo" (Combo box with a dropdown arrow). At the bottom left, there is a "Recomendar" button.

Figura 35: Ventana de requisitos de la sesión

### Ventana de requisitos de la sesión:

En ella el entrenador debe escribir las características que quiere que tenga su entrenamiento. Las opciones que requieren texto son de libre escritura, mientras que las opciones que requieren datos específicos utilizan una ventana desplegable con scroll para las distintas opciones (ver Figura 35).

#### Ventana de recomendación:

Contiene el listado con los ejercicios generados por el recomendador. No se muestran todos sus datos, solo los más importantes, para verlos y también para poder puntuarlos, se necesita pulsar en cada uno de los ejercicios (ver Figura 36).



Figura 36: Ventana de recomendación

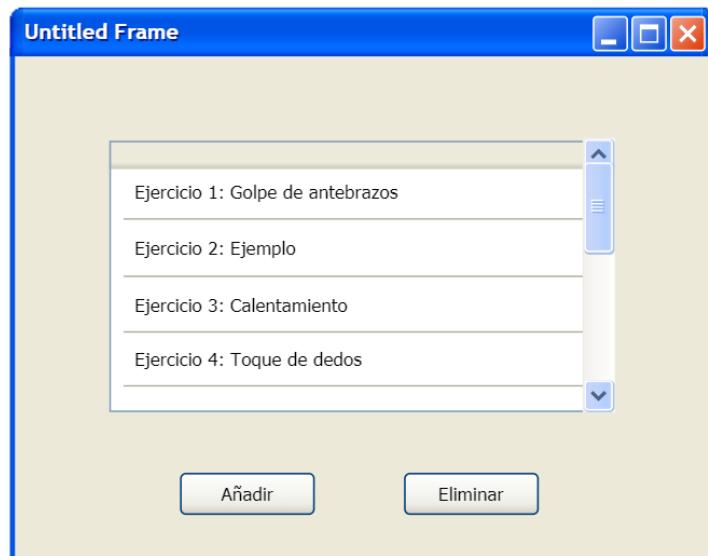


Figura 37: Ventana de ejercicios totales

#### Ventana de ejercicios totales:

Muestra la totalidad de los ejercicios para consulta. Tiene dos opciones debajo de la tabla resultado, siendo una de ellas el botón de adición de ejercicio, y la otra, el botón de borrado (ver Figura 37).

### Ventana de adición de ejercicio:

En el caso de querer añadir un ejercicio nuevo, se ha debido pulsar anteriormente el botón de adición en la ventana de ejercicios. En este nuevo espacio, el entrenador debe escribir todos los aspectos del ejercicio para que no haya problemas de consulta de los mismos en futuras recomendaciones (ver Figura 38).

The screenshot shows a window titled "Untitled Frame" with a blue border and standard window controls (minimize, maximize, close). Inside, there are seven input fields arranged in two columns. The first column contains labels: "Nombre", "Descripción", "Duración", "Nº Jugadores", "Edad", "Tipo", and "Objetivo". The second column contains corresponding input boxes: "Text box", "Text box", "Text box", "Text box", "Text box", "Combo box" with a dropdown arrow, and "Combo box" with a dropdown arrow. At the bottom right of the window is a single button labeled "Añadir".

Figura 38: Ventana de adición de ejercicios

The screenshot shows a window titled "Untitled Frame" with a blue border and standard window controls. Inside, there are three input fields: "Nombre" (with placeholder "No Image"), "Descripción" (empty), and "Puntuación" with a dropdown menu showing "Del 1 al 10". At the bottom left is a button labeled "Atrás". To the right of the window, there is descriptive text.

### Ventana de detalles de ejercicio:

Se puede observar una imagen con la tarea a realizar, así como su nombre y demás datos de interés. Es desde aquí donde se puede puntuar cada ejercicio, rellenando el espacio inferior existente (ver Figura 39).

Figura 39: Ventana de detalle de ejercicio

## E. Pantallas o actividades de la aplicación móvil

Se han elaborado bocetos con la herramienta Pencil para crear un diseño visual básico a la hora de elaborar las pantallas finales de aplicación en la programación del sistema recomendador. Cada boceto sirve para conceptualizar una pantalla.

### Pantalla de inicio:

Se muestra al comenzar la aplicación. Cada jugador debe introducir un usuario y una contraseña, que se guardará para conocer qué jugador ha puntuado cada ejercicio (ver Figura 40).

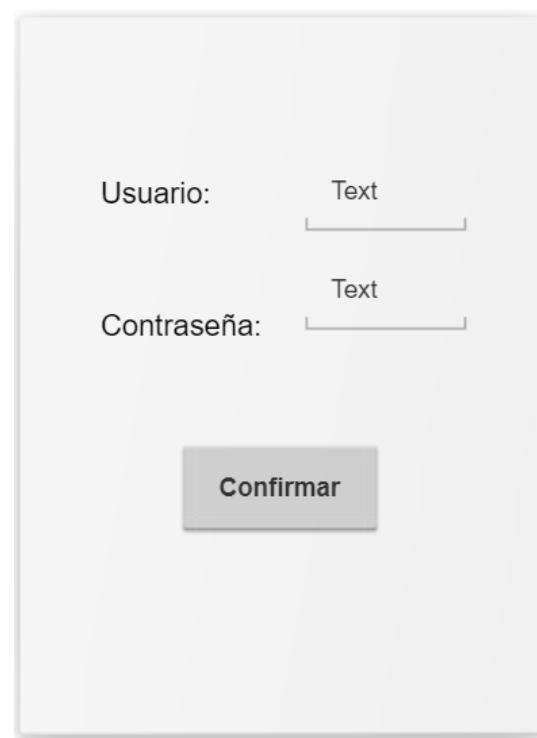


Figura 40: Pantalla de inicio

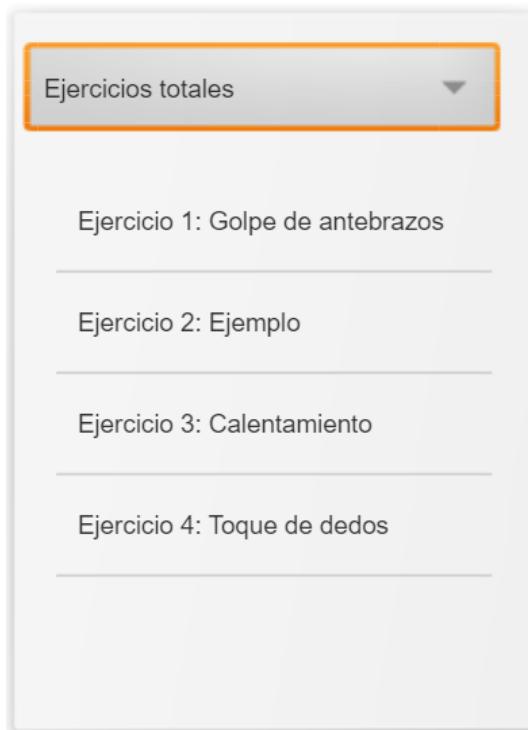


Figura 41: Pantalla con lista de ejercicios totales

### Pantalla con lista de ejercicios totales:

Tras haber añadido un usuario y contraseña, aparece el listado de todos los ejercicios añadidos en la base de datos. Los ejercicios son seleccionables y se permite el scroll hacia arriba y hacia abajo. El cuadro desplegable superior permite seleccionar una rutina (ver Figura 41).

### **Pantalla con lista de ejercicios de una rutina determinada:**

En ella se muestran los distintos ejercicios que corresponden a una rutina generada por el entrenador desde su aplicación de escritorio. También permite desplazarse por los ejercicios usando el scroll y seleccionarlos para visualizar sus detalles (ver Figura 42).

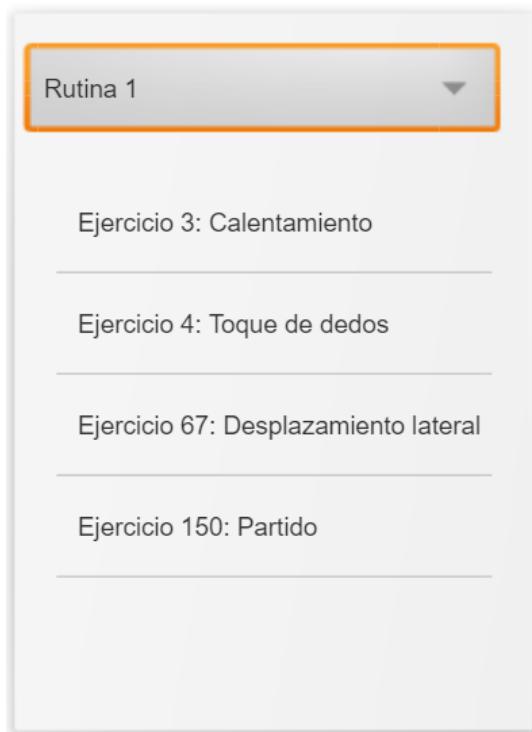


Figura 42: Pantalla con lista de ejercicios de una rutina

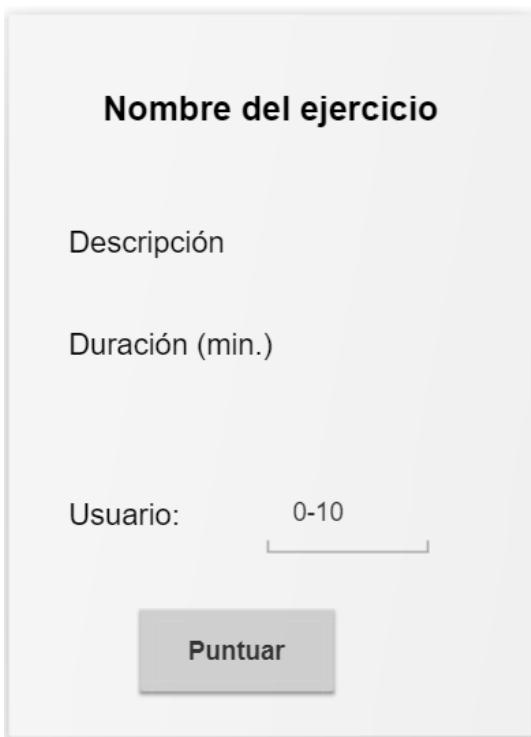


Figura 43: Pantalla de detalle del ejercicio

## F. Formularios

Se han realizado dos encuestas a entrenadores mediante formularios de Google para mejorar la aplicación. En primer lugar, se muestra el formulario utilizado para crear el algoritmo TF-IDF con preselección de palabras claves en la Figura 44. En segundo lugar se muestra el usado para obtener los comentarios de los entrenadores que han utilizado la aplicación en las Figuras 45 y 46.

The screenshot shows a Google Form interface. At the top, the title is "Recomendador de ejercicios de voleibol". Below the title is a descriptive text: "De las palabras mostradas, elige aquellas con las que crees que un ejercicio de voleibol estaría perfectamente definido. Es decir, si consideras la palabra 'antebrazos' muy útil para diferenciarlo de otro tipo de ejercicio, márcala. Si consideras la palabra 'ejercicio' muy general y que no aporta información, no la marques." Below this text, there is a user information section showing the email "697334@unizar.es", a "Cambiar de cuenta" link, and a cloud storage icon. Underneath, there is a "No compartido" message. The main content area starts with a "Total de palabras:" label followed by a list of 16 words, each preceded by an empty checkbox:

- tríos
- red
- balón
- bola
- bloqueo
- lanza
- complicado
- campo
- desplazamiento
- globo
- toques
- antebrazos
- dedos
- toque
- suelo

Figura 44: formulario para definir ejercicios de voleibol

# Formulario sobre la aplicación de recomendación de ejercicios de voleibol

A continuación se mostrará una serie de preguntas sobre la aplicación de recomendación de ejercicios de voleibol que has usado recientemente. Por favor, responda con sinceridad y muchas gracias por tomarte la molestia de responder a este cuestionario.

697334@unizar.es [Cambiar de cuenta](#)



No compartido

¿Ha utilizado la aplicación?

- Sí
- No

¿Ha realizado en un entrenamiento real alguno de los ejercicios recomendados por la aplicación?

- Sí
- No

Del 1 al 4, ¿cómo de correctos considera los ejercicios recomendados para un entrenamiento?

1

2

3

4

Figura 45: primera parte del formulario de comentarios de la aplicación de escritorio, aportados por entrenadores

Del 1 al 4, ¿cómo de útil le ha parecido la aplicación?

1                    2                    3                    4

¿Qué ha sido lo que más te ha gustado de la aplicación?

Tu respuesta

¿Qué ha sido lo que menos te ha gustado de la aplicación?

Tu respuesta

¿Qué cambios haría en la aplicación?

Tu respuesta

¿Cree que se podría utilizar la aplicación para gestionar los entrenamientos de un equipo durante una temporada de juego?

- Sí
- No
- Tal vez

Figura 46: segunda parte del formulario de comentarios de la aplicación de escritorio, aportados por entrenadores

## G. Funcionamiento de LDA

En este Anexo se procede a explicar el funcionamiento del modelo generativo LDA. Este modelo se ha utilizado en la aplicación para llegar a generar comparaciones entre los distintos ejercicios y llevar a cabo la recomendación.

En resumen, este algoritmo LDA consiste en [17]:

1. Preprocesamiento de los ejercicios: eliminando stop-words de la misma manera que con TF-IDF.
2. Construcción del modelo: estableciendo el número de categorías que se desea para los ejercicios, las iteraciones, y los valores alfa y beta que determinan el nivel de igualdad que se requiere entre palabras y categorías, que se pueden observar en la Figura 47.
3. Asignación de temas a palabras: LDA utiliza un proceso generativo para asignar categorías a las palabras en los documentos. En este proceso se asigna una categoría inicial a cada palabra en un documento de manera aleatoria.
4. Estimación de la distribución de temas: A continuación, LDA estima iterativamente la distribución de categorías en el corpus y la distribución de palabras en cada categoría. Utiliza el algoritmo de inferencia de Bayes para aproximar las distribuciones de probabilidad.
5. Actualización de asignaciones de temas: Durante cada iteración, LDA actualiza las asignaciones de categorías para cada palabra en función de las estimaciones actuales de las distribuciones de categorías y palabras.
6. Convergencia del modelo: El algoritmo se repite hasta que las asignaciones de categorías converjan, es decir, hasta que las categorías y las palabras estén estables y no cambien significativamente entre iteraciones.

En resumen, este modelo requiere una cantidad elevada de documentos, a los cuales acabará asignando unas determinadas categorías que no se conocen, por eso es un modelo de variables latentes. Se realiza una asignación aleatoria inicial de cada palabra de los documentos a una categoría, y mediante una gran cantidad de iteraciones en las que se reasignan las probabilidades de que una palabra pertenezca a una categoría, se consigue que cada documento tenga asignada su probabilidad de ser de cada una de las categorías creadas. La información que utiliza para hacer las reasignaciones de probabilidad de las categorías es únicamente la cantidad de veces que una palabra aparece en un documento.

```
public static void main(String args[]) throws Exception{
    GibbsSamplingLDA lda = new GibbsSamplingLDA("data/prueba_desc.txt", "UTF-8", 3, 0.1,
        0.01, 1000, 50, "data/salida.txt");
    lda.MCMCSampling();
}
```

Figura 47: parámetros en el cálculo de LDA para una serie de documentos de prueba [19]

## H. Pruebas con perfiles de entrenador

Para poder comprobar la utilidad de los distintos algoritmos de recomendación utilizados y poder compararlos entre ellos, se han creado varios perfiles de entrenador, de distinta complejidad, y se ha medido su precisión@k, recall@k, novedad y diversidad. La variable k viene determinada por la cantidad de ejercicios de cada rutina, que está acotada por la duración elegida por el entrenador y varía, ya que los ejercicios tienen duraciones desde 2 hasta 20 minutos. Las expresiones de las medidas se muestran en la Figura 48.

$$Precision@k = \frac{\#Ejercicios @k recomendados relevantes}{\#Ejercicios recomendados @k}$$

$$Recall@k = \frac{\#Ejercicios @k recomendados relevantes}{\#Ejercicios relevantes}$$

$$Novedad = \frac{\#Ejercicios recomendados nuevos para el usuario}{\#Ejercicios recomendados}$$

Diversidad = observación de los distintos tipos diferentes de ejercicios recomendados

Figura 48: Expresiones de las medidas necesarias para la pruebas con perfiles de entrenador

### H.1 Perfil de entrenador con preferencia por ejercicios de recepción

Se ha creado un nuevo usuario entrenador en el que se han puntuado con una nota de 8 o superior un total de 10 ejercicios de recepción (ítems 957, 958, 1004, 1005...), y se ha puntuado con una nota de 5 o inferior varios ejercicios que no son de recepción (ítems 957, 958, 978, 979...). Tras realizar las puntuaciones, se han observado las distintas recomendaciones que se mostraban para una rutina de entrenamiento de 60 minutos.

**Por pesos:** Se han recomendado los ejercicios 1070, 1071, 1078, 1079, 1080, 1083, 1086 y 1090.

$$Precision@8 = 8/8 = 1$$

$$Recall@8 = 8/10 = 0.8$$

$$Novedad = 8/8 = 1$$

En cuanto a la diversidad, se han recomendado 8 ejercicios de recepción, por lo que la diversidad es nula.

**TF-IDF:** Se han recomendado los ejercicios 957, 1007, 1006, 1008, 1002, 966 y 1003.

$$Precision@7 = 6/7 = 0.85$$

$$Recall@7 = 6/10 = 0.6$$

Novedad = 4/7 = 0.57

En cuanto a la diversidad, se han recomendado 6 ejercicios de recepción y 1 de defensa, por lo que la diversidad es baja.

**TF-IDF con preselección de palabras clave:** Se han recomendado los ejercicios 957, 958, 1006, 1008 y 1003.

Precision@5 = 5/5 = 1

Recall@5 = 5/10 = 0.5

Novedad = 2/5 = 0.4

En cuanto a la diversidad, se han recomendado 5 ejercicios de recepción, por lo que se puede considerar diversidad nula.

**LDA:** Se han recomendado los ejercicios 982, 1007, 997, 998, 985, 962, 981 y 960.

Precision@8 = 3/8 = 0.38

Recall@8 = 3/10 = 0.3

Novedad = 8/8 = 1

En cuanto a la diversidad, se han recomendado 3 ejercicios de recepción, 2 equilibrados, 2 de colocación y 1 de remate, obteniendo una diversidad muy alta.

## H.2 Perfil de entrenador con preferencia por ejercicios grupales

Se ha creado un nuevo usuario entrenador en el que se han puntuado con una nota de 8 o superior un total de 10 ejercicios grupales (ítems 1068, 983, 1026, 1027...), que son aquellos en los que el número mínimo de jugadores es de 6 (número de jugadores mínimo de un equipo de voleibol) y se ha puntuado con una nota de 5 o inferior varios ejercicios más individualizados (ítems 957, 958, 1006, 1007...). Tras ello, se han observado las distintas recomendaciones que se mostraban para una rutina de entrenamiento de 60 minutos.

**Por pesos:** Se han recomendado los ejercicios 993, 992, 988, 987, 1088, 1085, 1066 y 1067.

Precision@8 = 4/8 = 0.5

Recall@8 = 4/10 = 0.4

Novedad = 8/8 = 1

En cuanto a la diversidad, se han recomendado 4 ejercicios grupales y 4 individuales, por lo que es una diversidad moderada.

**TF-IDF:** Se han recomendado los ejercicios 1015, 984, 983 y 1014.

Precision@4 = 4/4 = 1

Recall@4 = 4/10 = 0.4

Novedad = 0/4 = 0

En cuanto a la diversidad, se han recomendado 4 ejercicios grupales, por lo que se puede considerar diversidad nula.

**TF-IDF con preselección de palabras clave:** Se han recomendado los ejercicios 1015, 984, 983 y 1026.

Precision@4 = 4/4 = 1

Recall@4 = 4/10 = 0.4

Novedad = 0/4 = 0

En cuanto a la diversidad, se han recomendado 4 ejercicios grupales, por lo que se puede considerar diversidad nula.

**LDA:** Se han recomendado los ejercicios 1000, 962, 975, 1079, 1007, 997 y 998.

Precision@7 = 4/7 = 0.57

Recall@7 = 4/10 = 0.4

Novedad = 7/7 = 1

En cuanto a la diversidad, se han recomendado 4 ejercicios grupales y 3 individuales, por lo que es una diversidad moderada.

### H.3 Perfil de entrenador con preferencia por ejercicios de remate, individualizados, recomendados para personas jóvenes y físicos

Se ha creado un nuevo usuario entrenador en el que se han puntuado con una nota de 8 o superior un total de 10 ejercicios de remate, otros que pueda realizar una persona individualmente, otros recomendados para jugadores de menos de 18 años y otros de categoría física (ítems 964, 975, 976, 1031...). Y tras ello, se han observado las distintas recomendaciones que se mostraban para una rutina de entrenamiento de 60 minutos. Como este perfil tiene cierta complejidad, se consideran como ejercicios relevantes aquellos que cumplan al menos una de las características del perfil de entrenador y que tengan una puntuación global de 7 o superior. Y al tratarse de un perfil tan amplio, no se va a tener en cuenta la diversidad al hacer las medidas.

**Por pesos:** Se han recomendado los ejercicios 1067, 1066, 1065, 1063, 1088, 1085 y 1039.

Precision@7 = 1/7 = 0.14

Recall@7 = 1/10 = 0.1

Novedad = 7/7 = 1

**TF-IDF:** Se han recomendado los ejercicios 977, 976, 975, 965, 963, 1029, 978 y 1031.

Precision@8 = 8/8 = 1

Recall@8 = 8/10 = 0.8

Novedad = 1/8 = 0.13

**TF-IDF con preselección de palabras clave:** Se han recomendado los ejercicios 977, 975, 963, 964, 978, 980, 982, 976, y 1029.

Precision@9 = 8/9 = 0.89

Recall@9 = 8/10 = 0.8

Novedad = 2/9 = 0.22

**LDA:** Se han recomendado los ejercicios 1010, 1024, 1011, 1021, 1020 y 1019.

Precision@6 = 4/6 = 0.67

Recall@6 = 4/10 = 0.4

Novedad = 6/6 = 1

#### **H.4 Perfil de entrenador con preferencia por ejercicios tácticos complejos, de defensa y recepción, de larga duración y recomendados para personas adultas**

Se ha creado un nuevo usuario entrenador en el que se han puntuado con una nota de 8 o superior un total de 10 ejercicios tácticos complejos, otros de recepción, otros recomendados para jugadores de más de 18 años y otros de larga duración (ítems 1014, 974, 963, 971...). Y tras ello, se han observado las distintas recomendaciones que se mostraban para una rutina de entrenamiento de 60 minutos. Como este perfil tiene cierta complejidad, se consideran como ejercicios relevantes aquellos que cumplan al menos una de las características del perfil de entrenador y que tengan una puntuación global de 7 o superior. Y al tratarse de un perfil tan amplio, no se va a tener en cuenta la diversidad al hacer las medidas.

**Por pesos:** Se han recomendado los ejercicios 1015, 1005, 1011, 1012 y 1013.

Precision@5 = 3/5 = 0.6

Recall@5 = 3/10 = 0.3

Novedad = 5/5 = 1

**TF-IDF:** Se han recomendado los ejercicios 966, 971, 970 y 973.

Precision@4 = 4/4 = 1

Recall@4 = 4/10 = 0.4

Novedad = 0/4 = 0

**TF-IDF con preselección de palabras clave:** Se han recomendado los ejercicios 971, 973, 967 y 966.

Precision@4 = 4/4 = 1

Recall@4 = 4/10 = 0.4

Novedad = 0/4 = 0

**LDA:** Se han recomendado los ejercicios 968, 1000, 1003, 1069, 1084, 1005 y 966.

Precision@7 = 5/7 = 0.71

Recall@7 = 5/10 = 0.5

Novedad = 5/7 = 0.71