

# SBC: Gimnasio

**Práctica 2 de Inteligencia Artificial**  
**23 Mayo 2016**

Guillermo Serrahima  
Felix Axel Gimeno  
Josep Llistosella  
Ali Muhammad

# Índice

- [1. Introducción](#)
- [2. Identificación del problema](#)
  - [2.1 Descripción del problema](#)
  - [2.2 Viabilidad de la solución](#)
  - [2.3 Fuentes de Conocimiento](#)
  - [2.4 Objetivos](#)
- [3. Conceptualización](#)
  - [3.1 Elementos del dominio](#)
  - [3.2 Problemas y subproblemas](#)
  - [3.3 Proceso de resolución](#)
  - [3.4 Suposiciones y organización](#)
- [4. Formalización](#)
  - [4.1 Tamaño del espacio de búsqueda y coste](#)
  - [4.2 Clasificación en subproblemas](#)
  - [4.3 Ontología](#)
    - [4.3.1 Ejercicio](#)
    - [4.3.2 Persona](#)
    - [4.3.3 Salud](#)
    - [4.3.4 Dieta](#)
    - [4.3.5 Problemas](#)
    - [4.3.6 Hábitos](#)
    - [4.3.7 Solución](#)
- [5. Implementación](#)
  - [5.1 Prototipo 1](#)
  - [5.2 Prototipo 2](#)
  - [5.3 Prototipo 3: Final](#)
- [6. Pruebas/Experimentos](#)
  - [6.1 Prueba 1 \(Persona con mayor condición física\)](#)
    - [6.1.1 Entrada CLIPS](#)
    - [6.1.2 Salida CLIPS](#)
  - [6.2 Prueba 2 \(Persona con menor condición física\)](#)
    - [6.2.1 Entrada CLIPS](#)
    - [6.2.2 Salida CLIPS](#)
  - [6.3 Prueba 3 \(Persona Mayor\)](#)
    - [6.3.1 Entrada CLIPS](#)
    - [6.3.2 Salida CLIPS](#)
  - [6.4 Prueba 4 \(Persona con problemas en los brazos\)](#)
    - [6.4.1 Entrada CLIPS](#)
    - [6.4.2 Salida CLIPS](#)
  - [6.5 Prueba 5 \(Persona con problemas en las piernas\)](#)
    - [6.5.1 Entrada CLIPS](#)
    - [6.5.2 Salida CLIPS](#)
  - [6.6 Prueba 6 \(Persona de mediana edad con osteoporosis\)](#)
    - [6.6.1 Entrada CLIPS](#)
    - [6.6.2 Salida CLIPS](#)
- [7. Conclusiones](#)



# 1. Introducción

Se trata de realizar un sistema basado en conocimiento que recopile datos del usuario y le haga un horario de entrenamiento físico basándose en su estado físico actual y los objetivos que desea alcanzar.

La práctica de Sistemas Basados en el Conocimiento (SBC) consiste en la implementación de un sistema de recomendación de rutinas de ejercicios físicos según unas características que el usuario introducirá durante la ejecución del programa.

Se deja en manos de la cadena de gimnasios "*I'm No Couch Potato*" el definir exactamente qué compone la serie de ejercicios de una rutina (por ejemplo el número de repeticiones de una rutina de flexiones y posibles descansos intercalados, o la serie de movimientos que forman una rutina de Taichí).

El sistema dispone de un catálogo de ejercicios con sus características. Durante la ejecución se recogerán los datos y preferencias del usuario y se elaborará una lista de ejercicios propuestos para una semana teniendo en cuenta que es lo más adecuado para el usuario sin que sea demasiado repetitivo.

Para el desarrollo de este SBC se ha usado la metodología explicada en clase, que consta de cinco fases:

- Identificación del problema
- Conceptualización
- Formalización
- Implementación
- Pruebas y Experimentos

A continuación se presenta la documentación de cada fase durante el desarrollo. Al final de la documentación se encuentran nuestras conclusiones del desarrollo, así como una valoración del trabajo realizado.

## 2. Identificación del problema

### 2.1 Descripción del problema

La cadena de gimnasios l'm no couch potato quiere desarrollar un SBC capaz de recomendar programas de entrenamiento a sus futuros clientes. Para crear este proceso de recomendación el usuario tendrá que introducir una serie de datos relevantes que ayudarán en la selección de posibles ejercicios. Lo primero que el usuario introducirá es unos datos básicos: su nombre, altura, peso y edad. A partir de la altura y el peso se puede calcular el índice de masa corporal que puede ser un indicador útil de la condición física del usuario. Además se pedirá al usuario que especifique algunos objetivos o propósitos que quiera trabajar durante los ejercicios recomendados. Estos objetivos incluyen cosas como perder peso, mejorar la flexibilidad o mantenimiento físico del cuerpo. También deberá introducir el tiempo diario disponible para realizar la rutina con un mínimo de 30 minutos. A continuación el usuario deberá introducir los datos pertenecientes a su salud como puede ser su presión sanguínea mínima y máxima y también los datos pertenecientes a una pequeña prueba de ejercicio físico que deberá realizar el usuario con antelación. En esta prueba se medirá si el usuario sufre cansancio, mareos o tirantez muscular, así como las pulsaciones por minuto. Una vez adquiridos estos datos, el programa necesitará obtener los datos sobre los hábitos del usuario. Estos hábitos proporcionarán información sobre las rutinas diarias del usuario que pueden afectar en gran medida la condición física. De cada hábito nos interesa para el problema tanto la frecuencia en días a la semana como su duración en minutos. Entre estos hábitos puede haber actividades físicas que se realizan en el trabajo como puede ser desplazamientos a pie, movimientos repetitivos o levantamientos de peso, así como estar de pie y otros esfuerzos musculares. También pueden haber hábitos fuera del trabajo que incluyen cosas como tareas domésticas, desplazamientos a pie o hábitos que no impliquen mucha actividad física como estar sentado. Con esta información se podrá saber qué tipo de actividad física puede aguantar el usuario. Por último el usuario tendrá que introducir aspectos relativos a su salud, como por ejemplo problemas músculo-esqueléticos que incluyen cosas como dolor de espalda, de articulaciones o cervicales. La dieta del usuario también es un factor a tener en cuenta, ya que podría ser más recomendable hacer unos ejercicios o otros en función de su dieta habitual. La dieta puede incluir cosas como consumo de fruta, abuso de sal, o picar entre horas.

Ya de entrada, el sistema a diseñar tiene disponible información sobre un conjunto de ejercicios encaminados a cubrir todos los objetivos posibles por parte del usuario. Puede haber ejercicios que trabajen ciertos grupos musculares o que usen diferentes aparatos como bicicleta, cinta de andar, stepper, pesos, etc... Estos ejercicios tienen un conjunto de características básicas como el número de calorías que queman por minuto, duración mínima y máxima, número de repeticiones mínimo y máximo, si están recomendados para tratar ciertos problemas de salud o si por el contrario no son aptos para personas con ciertos tipos de problemas. También pueden ser no aptos para ciertas edades. Además tenemos un listado de otros ejercicios que combinan bien con cada ejercicio, cosa que puede ayudar a planificar rutinas. Por último también existe un concepto de dificultad ligada al ejercicio que viene dada en función del estado físico y de salud del usuario, así como características del propio ejercicio como puede ser el número de repeticiones. Esta dificultad puede ser moderada, normal o difícil.

Una vez recogidos todos estos datos, el sistema deberá responder con un programa de entrenamiento semanal, también llamado rutina, que cumpla unas características. Los ejercicios de cada día deben ocupar como mínimo 30 minutos diarios, y los ejercicios deben ajustarse a las características del usuario, tanto a sus hábitos como a sus problemas de salud. Además estos ejercicios deben trabajar los objetivos que ha propuesto el usuario y deben ser lo suficientemente variados como para que la rutina no sea monótona para el usuario.

## 2.2 Viabilidad de la solución

Una cuestión esencial que nos tenemos que preguntar a la hora de implementar un SBC para resolver un problema es si este problema puede ser solucionado por un SBC.

Como hemos visto el problema consiste en dar al usuario una rutina de ejercicios semanal, de al menos 30 minutos diarios, que se ajusten a las características del usuario partiendo de una base de conocimiento que el sistema posee. El proceso asigna un valor de dificultad a cada ejercicio según las características del usuario y del ejercicio y determina una posible rutina que cumple unas ciertas características, como que no sea muy repetitiva y que esté encaminada a trabajar los objetivos que el usuario ha introducido.

Es por eso que se trata de un problema de búsqueda en un espacio de soluciones que hay que podar y ajustar para escoger aquellas soluciones que se ajusten a las preferencias y restricciones. Sin previo conocimiento del dominio esta búsqueda sería aleatoria y muy costosa.

Por otro lado, con el conocimiento necesario se dispone de información sobre la solución y sobre sus elementos, ya que los identificadores, preferencias y características que describen los contenidos son conocidos de antemano y permiten ajustar la solución.

Debido a que un SBC se basa en la construcción de reglas, restricciones y preferencias, y dado que todos los objetos del sistema se rigen de este “conocimiento”, un SBC parece la manera ideal de afrontar este problema.

Para nuestro problema en concreto se creará un SBC que implemente las reglas y restricciones impuestas por la definición del problema y que relacionen a usuarios con sus rutinas semanales de ejercicios, tal como lo haría una persona en la vida real. Por estas razones se concluye que es viable afrontar este problema con un SBC.

## 2.3 Fuentes de Conocimiento

Las fuentes de conocimiento son esenciales para formar un conocimiento correcto que nos permita llegar a una solución correcta.

La fuente de conocimiento más importante del sistema es el propio usuario que introduce los datos. Ellos conocen de primera mano los objetivos que quieren trabajar y los problemas físicos que tienen, y por lo tanto, conocen las restricciones que quieren imponer sobre todos los ejercicios disponibles. Por esta razón es necesario contar con el conocimiento de los usuarios para encontrar soluciones que se ajusten al problema.

La segunda fuente de conocimiento es nuestra propia experiencia y internet. Para introducir los conocimientos previos sobre ejercicios ya existentes disponibles para todos los usuarios nos hemos basado en el sentido común y lo hemos complementado con información técnica encontrada en internet. De estas fuentes de conocimiento se pueden extraer las reglas que relacionan a los usuarios con sus rutinas semanales y de esta forma descartar ejercicios incompatibles con el estado de salud del usuario, o por el contrario asignar ejercicios muy recomendados a usuarios con ciertos problemas.

También se podría extraer conocimiento de otros SBCs pero dado que no hemos encontrado ninguno parecido no ha sido posible.



## 2.4 Objetivos

A continuación se especifican los objetivos que tiene que cumplir el SBC para resolver el problema:

- Obtener todos los datos del usuario, su estado de salud y sus hábitos mediante unas preguntas que le formulará el sistema
- Restringir todos los posibles ejercicios que pueda realizar el usuario a aquellos que no sean incompatibles con su estado de salud físico , problemas músculo-esqueléticos, edad y objetivos.
- Utilizar los datos de los hábitos introducidos por el usuario para hacer una primera aproximación a la capacidad física de la persona, refinando/determinando la solución.
- Refinar los ejercicios disponibles para la rutina utilizando los criterios de estado físico y objetivos ajustándose a los intereses del usuario.
- Crear una planificación semanal con los ejercicios que se ajustan a las características mencionadas antes y que sea suficientemente variada.
- Presentar al usuario la rutina con toda la información necesaria y de manera clara.

## 3. Conceptualización

En la conceptualización se analiza el problema en términos de un sistema experto, y junto con la visión de los expertos permitirá estructurar el problema y determinar el camino a la solución.

### 3.1 Elementos del dominio

El dominio del sistema es determinado por el enunciado de la práctica. Algunas características son explícitas y otras se deducen a partir del enunciado.

Hay dos grandes grupos de elementos:

- Los usuarios o personas, con sus hábitos y su estado de salud.
- Los ejercicios con sus características.

Los datos importantes por parte de los usuarios son:

- El nombre y apellidos (para referirnos a ellos simplemente)
- Su edad
- Su peso
- Sus objetivos a trabajar con los ejercicios (múltiples opciones)
- Sus hábitos, éstos pueden ser en el trabajo o en casa y se conocen su frecuencia a la semana y su duración en minutos (múltiples opciones)
- Su estado de salud, que incluye posibles problemas en varios lugares del cuerpo, dieta, presión sanguínea y otras cosas

De estos datos, la edad, los objetivos, los hábitos y el estado de salud determinan restricciones y preferencias sobre los ejercicios.

Los datos ya conocidos por el sistema son los ejercicios disponibles. De éstos, la información relevante que está almacenada en la ontología es:

- Su nombre
- Sus repeticiones
- La duración
- La incompatibilidad con algunos problemas físicos
- Si es recomendado para algún problema físico
- Los objetivos que trabaja ese ejercicio

## 3.2 Problemas y subproblemas

De la estructuración del problema se deduce que hay tres grandes subproblemas que se tienen que solucionar por separado antes de solucionar el problema generalizado.

El primero es conseguir los datos del usuario de tal forma que nos ayude a crear restricciones y preferencias que deben satisfacerse con tal de que ayuden a encontrar una buena solución.

El segundo consiste en filtrar ejercicios según las características obtenidas en el subproblema anterior. De esta forma se habrán clasificado los ejercicios de tal forma que del conjunto original nos quedará un subconjunto de ejercicios que serán candidatos a formar parte de la solución, por lo que los criterios para ser clasificados tienen que ser correctos.

La obtención de los objetivos por parte del usuario (y por lo tanto de las preferencias) se hace de la misma forma para todos los usuarios independientemente de otros factores, así como la obtención de problemas y hábitos, que formarán parte de las restricciones. Es por eso que el juego de preguntas será fijo, puesto que no hay que variar el número de preguntas dependiendo de ningún factor.

En el caso del tratamiento a ejercicios se ha intentado establecer un índice de dificultad que está relacionado con el usuario y el propio ejercicio. Éste índice servirá para determinar (entre otros factores) si es adecuado que la persona realice ése ejercicio. Dado que hay muchos factores para determinar este índice de dificultad las soluciones posibles pueden ser muchas, asegurando la variabilidad de la solución.

Finalmente el tercer subproblema es crear una solución a partir de los ejercicios que se han considerado adecuados para el usuario. Esta rutina semanal será variada y contará con al menos 30 minutos de ejercicios diarios, ajustándose a las preferencias y restricciones del usuario.

### 3.3 Proceso de resolución

Para proponer los ejercicios a realizar, se ha hecho un algoritmo de razonamiento que explicaremos a continuación.

La primera parte consiste en realizar una criba de ejercicios del conjunto inicial que puede realizar la persona que está utilizando el SBC. Esta selección se hace según 3 criterios: la edad, los objetivos que se quieran alcanzar y según las limitaciones físicas que pueda tener la persona. Como es evidente, no todos los ejercicios son aptos para ciertas edades, no todos los ejercicios están destinados para alcanzar los objetivos propuestos, y no todos los ejercicios son realizables por personas con limitaciones físicas. Para realizar esto a nivel de implementación hemos programado 3 reglas en el lenguaje clips a las cuales hemos asignado la misma prioridad, pues si hablamos a nivel de lógica de conjuntos, el conjunto final de ejercicios realizables por el usuario es la intersección de los conjuntos de cada uno de los criterios de criba, por lo que nos quedamos solo con ejercicios que pasen las 3 selecciones, es decir, con la intersección de las 3 selecciones.

Más detalladamente, los criterios de criba funcionan de esta manera:

- Para la criba por edad se eliminan todos aquellos ejercicios cuyo rango de edades recomendadas NO incluye la edad del usuario.
- Para la criba de objetivos se eliminan todos aquellos ejercicios que no ayudan a conseguir NINGUNO de los objetivos del usuario (es decir, que si un ejercicio cumple uno de varios ya se da por bueno, y se considera que los objetivos que el usuario no busca le son indiferentes, por lo que se ignora si un ejercicio cumple un objetivo que no persiga el usuario).
- Para la criba por limitaciones físicas se eliminan todos aquellos ejercicios que han sido definidos como incompatibles con cualquiera de los problemas que el usuario ha dicho tener.

La segunda parte consiste en realizar un cálculo del nivel de dificultad de los ejercicios adecuado para la condición física del usuario. Para conseguir esto haremos un cálculo en el cual iremos asignando una puntuación a los siguientes aspectos: índice de masa corporal, dieta, hábitos de trabajo, presión sanguínea, cansancio y pulsaciones por minutos, según los valores estándar considerados saludables. Recordemos que al iniciar el sistema este nos hará ciertas preguntas y el usuario las responderá; con los datos recogidos en la

preguntas podemos ir asignando una puntuación según la respuesta de la persona a los aspectos mencionados.

En concreto:

- Si el índice de masa corporal se encuentra entre 18'5 y 25, el rango saludable, se contará de forma positiva; si se encuentra por debajo de 17 (delgadez importante), o por encima de 30 (sobrepeso importante) se contará de forma negativa.
- Si ambos valores de presión máxima y mínima se encuentran en los rangos saludables (90 a 140 para la máxima, y 60 a 80 para la mínima), se contará de forma positiva. Si ambos valores se encuentran fuera de los rangos saludables, se considerará de forma negativa.
- Respecto a la dieta, abusar de la sal y picar entre horas se consideran de forma negativa, mientras que consumir fruta de forma habitual se considera positivo.
- En cuanto a los hábitos, se considerará de forma negativa (estar sentado), positiva (hacer deporte, tareas domésticas, levantar pesos o hacer movimientos repetitivos) o no se considerará (realizar desplazamientos a pie, estar de pie durante un rato considerable o realizar recados) dependiendo de la carga física o sedentarismo que consideramos que llevan asociados, por cada día a la semana que se repita dicho hábito.

Establecemos sobre la puntuación de condición física 3 rangos numéricos que se ajustarán a las 3 dificultades que pueden tener los ejercicios, de modo que si la puntuación final del usuario es menor estricto que 14 se considerará que tiene una condición física mediocre, y se le recomendará que haga ejercicios fáciles, con pocas repeticiones; si la puntuación está entre 14 y 18, ambos incluidos, se le considerará de condición física media, y se le recomendará que haga ejercicios de nivel medio; y si la puntuación es mayor estricto que 18 se le recomendará que haga ejercicios de nivel elevado de dificultad.

La tercera parte consiste en calcular el número de repeticiones semanales del mismo ejercicio basándose en el tiempo disponible de la persona y la dificultad.

En concreto:

- Establece un número de repeticiones igual al mínimo recomendado para una dificultad baja, establece un número de repeticiones que es la media entre el mínimo recomendado y el máximo recomendado para una dificultad media, y establece un número de repeticiones igual al máximo recomendado para dificultades altas; siempre con un mínimo de 1 repetición. Para aquellas rutinas de ejercicios en las que no se pueden identificar los ejercicios que la componen de forma independiente

(como los movimientos en una serie rutinal de Taichí, o un conjunto de ejercicios de Pilates), y/o que puede ser variable, será siempre definido como 1 sola “repetición” de la rutina.

- Hace una comprobación entre el tiempo máximo recomendado y el horario libre de la persona; si el tiempo máximo es menor a la mitad del tiempo libre diario del usuario se considera que se puede realizar entero sin problemas de tiempo y se establece la duración como la máxima recomendada. Si no, si la duración mínima recomendada es menor a un tercio del tiempo libre diario del usuario se considera demasiado poco y se establece una duración igual a un tercio del tiempo libre.

### 3.4 Suposiciones y organización

Se han hecho varias suposiciones sobre el problema con tal de simplificar y organizar el objetivo de la práctica:

- Si la edad de la persona queda fuera de los límites recomendados para un ejercicio, esa persona no puede realizar dicho ejercicio
- Si la persona tiene un problema físico en una zona que impide que ese ejercicio sea llevado a cabo, se descartará ese ejercicio como parte de la solución.
- Por el contrario, si una persona tiene un problema físico y hay ejercicios especialmente recomendados para ese problema, se priorizarán esos ejercicios.
- En el caso de que una persona sufra de muchos problemas físicos en muchos lugares, la variedad de ejercicios disponibles para esa persona será baja, por lo que puede que no se respete la no monotonía de la rutina.
- El número de ejercicios disponibles es lo bastante grande como para permitir varias rutinas semanales sobre los mismos datos de usuario.
- Los ejercicios están equilibrados en cuanto a edades permitidas, objetivos, incompatibilidades con problemas y recomendaciones para problemas.

## 4. Formalización

La fase de formalización consiste en el análisis del problema desde la perspectiva del experto para trasladarlo a una representación adecuada para la implementación de un SBC.

### 4.1 Tamaño del espacio de búsqueda y coste

Ahora veremos el coste algorítmico aproximado de la representación del problema.

Tenemos  $N$  ejercicios en la base de datos y  $M$  criterios (objetivos, preferencias, restricciones, etc) adaptados al usuario. Diremos que la valoración de un ejercicio es la suma de los  $M$  criterios aplicados a dicho ejercicio, dicha valoración cuesta  $O(M)$  por ejercicio y  $O(M*N)$  en total, aunque en la práctica, muchos de nuestros criterios valoran con menos infinito, “eliminando dicho ejercicio”, por lo cual el coste sería menor.

También debemos calcular el tiempo efectivo del ejercicio para el usuario, mediante el cálculo de unos valores intermedios de los datos del usuario, como es un número constante de calores, el coste será  $O(1)$ , y después los aplicaremos a cada ejercicio,  $O(1)$  por ejercicio, en total sería  $O(N)$ .

Y nos queda por último la generación de rutinas, que se hará como una búsqueda lineal sobre los ejercicios menos usados que no aumenten el tiempo de la rutina a más del disponible por el usuario. El coste será  $O(D \text{ días} * N \text{ ejercicios}) = O(D*N)$

El coste total será  $O(N*(M+D))$ , aunque en la práctica  $N, M$  y  $D$  son constante pequeñas, por lo que el coste algorítmico es imperceptible.



## 4.2 Clasificación en subproblemas

Los tres principales problemas a los que la SBC deberá dar solución son:

1. Dados ejercicios, ver si se ajustan a las demandas del usuario
2. Cuanto tiempo realizará cada ejercicio cada día
3. Generar una rutina semanal a partir de esos ejercicios

El primer problema generalizado consiste en responder con un subconjunto de ejercicios, o un ordenamiento de éstos, a la pregunta de qué ejercicios deberían ser o no ser parte de la solución. De forma específica en nuestro caso consideraremos cada ejercicio de forma independiente de los demás ejercicios, y reduciremos la respuesta a dos valores {Sí,No}. Disponemos de los datos de edad, objetivos y problemas de salud del usuario.

La característica del subproblema de tener un conjunto tan pequeño de respuestas que nos permite analizar cada una vuelve este problema uno de análisis, más específicamente es un problema de predicción (equivaldría a la pregunta de si mejorará la salud y felicidad del usuario o empeorará, según si hace o no el ejercicio).

Por ser un problema de análisis lo resolveremos mediante asociación heurística, la clasificación heurística consiste en resolver una abstracción del problema original y adaptar la solución, compuesta por tres fases, la abstracción, la asociación heurística y el refinamiento o adaptación.

En nuestro caso hemos reducido la cobertura del subproblema a eliminar ejercicios directamente a partir de unos valores introducidos por el usuario, es decir, las fases de abstracción y refinamiento serán triviales. La implementación quedará:

1. Eliminar ejercicios de edad mínima mayor que la del usuario
  - 1.1. En Clips será criba-edad-min en assignments.clp
2. Eliminar ejercicios de edad máxima menor que la del usuario
  - 2.1. En Clips será criba-edad-max en assignments.clp
3. Eliminar ejercicios que no cumplan los objetivos del usuario
  - 3.1. En Clips será criba-obj en assignments.clp
4. Eliminar ejercicios que no sean aptos para la salud del usuario
  - 4.1. En Clips será criba-no-pto en assignments.clp

El segundo problema es decidir el número de repeticiones y/o tiempo del ejercicio adecuado para el usuario, mediante el cálculo de la dificultad relativa del ejercicio para el usuario, lo obtendremos a partir de la salud del usuario. Igual que antes, lo calcularemos para cada ejercicio de forma independiente.

Y análogamente con el anterior, este problema es de análisis, más específicamente predicción. Lo resolveremos con clasificación heurística.

El resultado en nuestro caso es:

1. Abstracción
  - 1.1. Calculamos un valor entero de la condición física
    - 1.1.1. En Clips es `condicion-fisica` de `assignments.clp`
2. Asociación heurística
  - 2.1. Dicho valor entero lo proyectamos en tres valores {buena, media, mala}
    - 2.1.1. En Clips es `condicion-fisica` de `assignments.clp`
3. Refinamiento
  - 3.1. Con la condición física y cada ejercicio calculamos las repeticiones y tiempos
    - 3.1.1. En Clips es `calculo-ejercicios` y `calculo-tiempos` de `assignments.clp`

El tercer problema es componer rutinas a partir de los ejercicios adecuados según el subproblema 1 y con sus tiempos y repeticiones asignadas del subproblema 2. Es decir, una solución de este subproblema es por cada día un conjunto de ejercicios, que debe satisfacer ser no monótono, mínimo 30 minutos por día y no sobrepasar el tiempo disponible por el usuario.

Este subproblema se enmarcaría dentro la generación de configuraciones según unas restricciones, es decir, es un problema de diseño, más generalmente, de síntesis.

Como problema de síntesis, podríamos intentar resolverlo con la técnica de resolución constructiva, excepto que dicha técnica está pensada para problemas con número de soluciones no acotadas, lo contrario a nuestro caso. En vez de utilizarla, usaremos búsqueda en grafos greedy, es decir, haremos una búsqueda lineal sobre los ejercicios menos usados hasta ahora y los iremos asignando mientras todas las restricciones se cumplan, en el código clips corresponde a las reglas: `solucion-lunes`, `solucion-martes`, `solucion-miercoles`, etc...



### 4.3.1 Ejercicio

La clase Ejercicio es una de las más importantes de la ontología ya que es parte del conocimiento disponible por defecto del sistema y formará parte de la solución.

Ejercicio		
objetivos	Instance	Objetivos
recomendado	Instance	Problemas
edad-minima		Integer
repeticiones-maximas		Integer
duracion-maxima		Integer
...		

**Figura 3:** Slots Ejercicio

Contiene toda la información relativa a un ejercicio: el nombre, las calorías por minuto, la duración en minutos máxima y mínima, la edad máxima y mínima recomendada, las repeticiones mínimas y máximas recomendadas y una serie de slots que son instancias de otras clases. El slot recomendado y no-apto son relaciones directas a instancias de Problemas e indican si una persona con estos problemas le puede ser recomendado realizar ese ejercicio o si por el contrario no le sería adecuado. También hay el slot objetivos, que es una relación directa con la clase Objetivos y determina hacia qué objetivos el ejercicio está encaminado. Además contiene un slot dificultad que determina la dificultad de un ejercicio realizado por una persona a partir de su condición física y de características del ejercicio en sí.

### 4.3.2 Persona

La clase Persona es también una de las más importantes. En ella se registran todos los datos importantes acerca de un usuario real y el motor de inferencia usará todos estos datos para llegar a una decisión final acerca de qué rutina de ejercicios puede ser mejor para ese usuario.

Persona		
objetivos	Instance	Objetivos
edad		Integer
salud	Instance	Salud
habitos	Instance*	Habitos
nombre		String
...		

**Figura 4:** Slots Persona

Esta clase contiene slots como el nombre y apellidos de la persona (puramente por cortesía) y otra información básica como es su altura en metros, edad y tiempo disponible al día, que servirá para determinar la cantidad de ejercicios que habrá en la solución. El slot im (índice de masa) no es introducido por el usuario pero se calcula después a partir de la altura y el peso. El slot objetivos es una relación directa con la clase Objetivos y representa un listado de objetivos que la persona quiere trabajar mientras hace los ejercicios. El slot salud es una relación directa con la clase Salud que hace una representación del estado de salud de una persona. El multislot hábitos contiene todos los hábitos que una persona tiene, así que es una relación directa con la clase Hábito.

Después de debatirlo ampliamente llegamos a la conclusión de que no sería adecuado meter todos los datos de una persona en la misma clase, primero porque son muchos y segundo porque son muy variados. Aunque podrían ir perfectamente dentro de persona los datos de objetivos y salud (y a su vez los de problemas y dieta) nos daría complicaciones en la implementación y poca modularidad, por eso se decidió hacer esta subdivisión de clases.

### 4.3.3 Salud

La clase salud representa la condición física de una persona. Contiene slots que muestran información acerca del estado físico después de haber realizado una pequeña prueba: un slot cansancio que indica si la persona sufre cansancio/mareo/tirantez después de la prueba y un slot ppm (pulsaciones por minuto). También hay un slot para la presión sanguínea mínima y máxima. Después también hay un slot problemas que es una relación directa con la clase Problemas y que recoge los problemas de salud ligados a la persona, así como un slot dieta que es una relación con la clase Dieta y que representa la dieta ligada a la persona.

Salud		
presion-maxima		Float
dieta	Instance	Dieta
ppm		Integer
cansancio		Boolean
problemas	Instance	Problemas
...		

**Figura 5:** Slots Salud

#### 4.3.4 Dieta

La clase problemas es simplemente un listado de posibles tipos de dietas que una persona puede tener representados como booleanos. Esta clase forma parte de la clase Salud y tiene un slot para cada uno de los siguientes tipos de dieta que hemos considerado adecuados:

Dieta	
abuso-de-sal	Boolean
consumo-de-fruta	Boolean
picar-entre-horas	Boolean

**Figura 6:** Slots Dieta

#### 4.3.5 Problemas

La clase problemas es un listado de posibles problemas que una persona puede padecer. Estos problemas pueden impedir a la persona realizar algunos ejercicios o por el contrario algunos ejercicios pueden estar especialmente recomendados para ayudar a superar ciertos problemas. Es por eso y por la cantidad de datos que se decidió hacer una clase aparte para representar los problemas de una persona.

Problemas	
brazo-superior	Boolean
pierna-inferior	Boolean
brazo-inferior	Boolean
pierna-superior	Boolean
osteoporosis	Boolean
...	

**Figura 7:** Slots Problemas

Esta clase simplemente se compone de slots booleanos que indican si una persona tiene ese problema o no. Este slot también está representado en la clase Ejercicio, en el slot apto y no-apt, que indican si el ejercicio está especialmente recomendado para personas con ese listado de problemas o si no es conveniente que realice ése ejercicio si se tiene alguno de esos problemas. Hay infinidad de problemas físicos que se pueden tener, así que hemos restringido los posibles problemas a los listados en esta clase, que en esencia listan posibles localizaciones en el cuerpo donde puede haber problemas. Realmente, una persona que tenga un esguince o un tendón dañado en el brazo no podrá realizar ningún ejercicio que utilice los brazos, así que decidimos simplificarlo de esta manera . En un principio, los lugares en los que una persona puede tener problemas son los siguientes: brazo superior, brazo inferior, torso, espalda, pierna superior, pierna inferior, osteoporosis (no es un lugar pero es un problema generalizado)

#### 4.3.6 Hábitos

Esta clase contiene dos subclases, Casa y Trabajo, y representan los hábitos que puede tener una persona en el trabajo y en su casa. La superclase Hábito contiene un slot para la duración en minutos del hábito y otro slot para la frecuencia en días a la semana en las que ese hábito es realizado por la persona. Las subclases contienen además un slot que especifica que tipos de hábitos hemos tenido en cuenta y que podrían ser relevantes para la persona. En la subclase Trabajo este slot es tipoTrabajo y tiene como posibles valores desplazamiento a pie, sentado, de pie, deporte, levantar peso y movimientos repetitivos. En la subclase Casa este slot es tipoCasa y tiene como posibles valores sentado, de pie, recados, tareas domésticas y deporte.

Casa		
tipoCasa	Symbol	sentado
		de-pie
		recados
		...

Trabajo		
tipoTrabajo	Symbol	desplazamiento-pie
		sentado
		de-pie
		...

**Figura 8:** Slots Hábitos, izquierda Slots Casa, derecha Slots Trabajo

### 4.3.7 Solución

La clase Solución simplemente es una clase que se utilizará para recoger los datos que formarán parte de la solución que se le dará al usuario. Tiene un multislot para cada día de la semana (exceptuando sábado y domingo, que en nuestra opinión no forman parte de la solución porque los fines de semana son para descansar y recuperarse, aunque podría modificarse para incluir estos días). En cada uno de estos multislots hay un número variable de ejercicios que forman la rutina a seguir para ese día en concreto.

Solucion		
martes	Instance*	Ejercicio
lunes	Instance*	Ejercicio
jueves	Instance*	Ejercicio
viernes	Instance*	Ejercicio
miercoles	Instance*	Ejercicio

**Figura 9:** Slots Solución



## 5. Implementación

Se ha usado la metodología incremental que consiste en tener una solución funcional, pero incompleta, y a medida que se va avanzando se van añadiendo más funcionalidades hasta tener algo estable y completo.

La ventaja es que permite tener un sistema funcional en todo momento, y también permite crear un sistema complejo que en un principio no está completamente definido.

La principal desventaja es el nivel de trabajo, pues se realiza más trabajo que si estuviéramos trabajando en otro tipo de problema y mejor especificado.

### 5.1 Prototipo 1

Nuestro primer prototipo “funcional” ha sido el realizado para la entrega previa; en ésta realizamos un razonamiento bastante simple.

A nivel de código de CLIPS, se hacen preguntas al usuario sobre la condición física de éste (la consideración del usuario sobre sí mismo, en vez de deducirla nosotros a partir de datos médicos y fisiológicos) y los objetivos que quiere alcanzar, y se le propone un ejercicio de entre un conjunto inicial de ejercicios que tenemos.

La ontología, al no estar acabada, no ha podido ser usada; es decir, se han definido unas plantillas (“deftemplates”) para emular las clases que debería tener la ontología.

Finalmente, se han implementado reglas para filtrar los ejercicios que puede hacer el usuario. Si éste considera su condición física como mala, se le asignan ejercicios de dificultad baja que pueda realizar, como por ejemplo “Bici”.

## 5.2 Prototipo 2

El segundo prototipo nos da una solución, pero no adecuada; por lo tanto, **aún no se ha llegado a una solución** que se pueda considerar adecuada/completa.

A nivel de CLIPS, se han implementado ya todas las preguntas que hacemos al usuario, respecto a su salud, hábitos, objetivos, etc... Y se ha calculado la condición física del usuario basándose en las respuestas que ha proporcionado, para así asignarle los ejercicios que tenía que realizar. Además, también se filtran los ejercicios que el usuario no puede o no debe realizar por motivos como la edad, problemas físicos u objetivos. También se ha conseguido asignar ejercicios evitando monotonía entre dos días consecutivos y evitando repetir un ejercicio el mismo día.

Vimos que algunos parámetros de la ontología provocaban errores en la implementación del CLIPS, por ejemplo los valores de edad máxima y duración máxima de los ejercicios. Al no ser siempre necesarios se dejaron vacíos estos slots y eso provocaba que CLIPS asignaba valores predeterminados, poniendo ceros ya que se tratan de slots de números enteros. Esto provocaba a su vez errores en el razonamiento ya que al descartar ejercicios por la edad se descartaban todos estos ejercicios con los slots vacíos debido a que la edad máxima era cero. Así pues, se arreglaron los errores y se dejó la ontología que hay explicada en la sección 4.3.

El SBC no se puede dar por terminado pues no tenemos en cuenta las dificultades de los ejercicios, no modificamos la frecuencia con la que se hace el ejercicio, no modificamos el tiempo del ejercicio y no se adecuan los ejercicios al tiempo libre del usuario.

## 5.3 Prototipo 3: Final

El tercer prototipo nos da una solución que **se puede considerar adecuada/completa**.

A nivel de CLIPS, se han implementado ya todas las preguntas que hacer al usuario, respecto a su salud, hábitos, objetivos, etc... Y se ha calculado la condición física del usuario basándose en las respuestas dadas, para así asignarle los ejercicios a realizar. Además, también se han filtrado los ejercicios que el usuario que no puede o no debe realizar por motivos como la edad, problemas físicos u objetivos. También se ha conseguido asignar ejercicios evitando monotonía entre dos días consecutivos y evitando repetir un ejercicio el mismo día. **La principal novedad** es que se ha logrado evitar sobrepasar el tiempo de los ejercicios al tiempo que tiene disponible el usuario cada día. Además, se ha logrado determinar una dificultad del ejercicio apropiada para el usuario, y ajustar una cantidad de repeticiones de la rutina designada para el ejercicio que refleje dicha dificultad.

A nivel de ontología, se conserva la misma que la referenciada en el apartado anterior. Todo lo que se tenía hasta este punto era usando la ontología que se ha explicado anteriormente en el apartado 4.3.

## 6. Pruebas/Experimentos

## 6.1 Prueba 1 (Persona con mayor condición física)

Empezaremos con una persona en buenas condiciones físicas que goza de buena salud y tiene unos hábitos semanales saludables, es decir, un usuario modélico. Con este tipo de perfil el sistema no debería de tener muchos problemas para asignar ejercicios, puesto que no hay muchas restricciones impuestas sobre qué ejercicios se pueden hacer o no dado que el usuario no tiene ningún problema físico. Dado que el usuario ya está en forma, su principal objetivo es mejorar su flexibilidad. Esto es lo que tendrá más peso en la decisión final.

## 6.1.1 Entrada CLIPS

----- Sistema de Recomendacion de Rutinas -----

Introduzca el nombre de la persona: Forzudo  
Introduzca los apellidos de la persona: McCachas  
Introduzca la edad de la persona en anyos: 22  
Introduzca la altura de la persona en metros: 1.70  
Introduzca el peso de la persona en kg: 70  
Introduzca el tiempo diario disponible de la persona en minutos: 60  
Ahora pasamos a preguntar sobre los objetivos de la persona:  
¿Es la flexibilidad parte de sus objetivos? FALSE/TRUE: TRUE  
¿Es pasar el rato parte de sus objetivos? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Es perder peso parte de sus objetivos? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Es el mantenimiento parte de sus objetivos? FALSE/TRUE: FALSE  
Ahora pasaremos a preguntar sobre su salud:  
Empezaremos con la dieta:  
¿De la sal abusa usted? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Fruta consume usted? FALSE/TRUE: TRUE  
¿Pica usted entre horas? FALSE/TRUE: FALSE  
Continuamos con la salud:  
¿Cual es su presion maxima? 130  
¿Cual es su presion minima? 70  
¿Cual son sus pulsaciones por minuto? 75  
¿Sufre usted cansancio, tirantez o mareo despues del ejercicio? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted problemas en la parte superior de alguno de sus brazos? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted problemas en la parte inferior de alguno de sus brazos? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted problemas en la parte superior de alguna de sus piernas? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted problemas en la parte inferior de alguno de sus piernas? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted problemas de espalda? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted problemas en el torso? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted osteoporosis? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Desea introducir algun habito (mas)? TRUE/FALSE: TRUE  
¿Habito dentro o fuera del trabajo? fuera/dentro dentro  
Introduzca la duracion minima en minutos del ejercicio: 15  
Introduzca la frecuencia en dias por semana del ejercicio: 3  
desplazamiento-pie/sentado/de-pie/levantar-peso/movimientos-rep/deporte? deporte  
¿Desea introducir algun habito (mas)? TRUE/FALSE: TRUE  
¿Habito dentro o fuera del trabajo? fuera/dentro fuera  
Introduzca la duracion minima en minutos del ejercicio: 15  
Introduzca la frecuencia en veces por semana del ejercicio: 3  
sentado/de-pie/recados/tareas-domesticas/deporte? deporte  
¿Desea introducir algun habito (mas)? TRUE/FALSE: FALSE

## 6.1.2 Salida CLIPS

-----  
Esta es la lista de ejercicios que le recomendamos:

### LUNES:

Taichi, 1 rutina en 30 minutos  
Pilates, 1 rutina en 30 minutos

### MARTES:

Sentadillas, 100 rutinas en 20.0 minutos  
Abdominales, 100 rutinas en 20.0 minutos  
Flexiones, 100 rutinas en 20.0 minutos

### MIERCOLES:

Flexiones, 100 rutinas en 20.0 minutos  
Abdominales, 100 rutinas en 20.0 minutos  
Sentadillas, 100 rutinas en 20.0 minutos

### JUEVES:

Taichi, 1 rutina en 30 minutos  
Pilates, 1 rutina en 30 minutos

### VIERNES:

Taichi, 1 rutina en 30 minutos  
Abdominales, 100 rutinas en 20.0 minutos  
-----

El resultado cabe dentro de los resultados esperados. La rutina está formada mayoritariamente por ejercicios que trabajan la flexibilidad sin que sea repetitiva y dado que el usuario está en buenas condiciones físicas el número de veces que se hace cada ejercicio es elevado.

## 6.2 Prueba 2 (Persona con menor condición física)

Para la segunda prueba hemos pensado una situación completamente opuesta a la de la primera prueba. Esta vez se trata de un usuario que, aunque no sufre ningún problema físico, tiene un estilo de vida no muy adecuado. El usuario tiene sobrepeso y sus hábitos consisten básicamente en estar sentado, entre otros. El resultado tendría que ser una rutina de baja intensidad enfocada a perder peso y a flexibilidad.



## 6.2.1 Entrada CLIPS

-----  
----- Sistema de Recomendacion de Rutinas -----  
-----

Introduzca el nombre de la persona: Alegre  
Introduzca los apellidos de la persona: Goloso  
Introduzca la edad de la persona en anyos: 22  
Introduzca la altura de la persona en metros: 1.70  
Introduzca el peso de la persona en kg: 100  
Introduzca el tiempo diario disponible de la persona en minutos: 60  
Ahora pasamos a preguntar sobre los objetivos de la persona:  
¿Es la flexibilidad parte de sus objetivos? FALSE/TRUE: TRUE  
¿Es pasar el rato parte de sus objetivos? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Es perder peso parte de sus objetivos? FALSE/TRUE: TRUE  
¿Es el mantenimiento parte de sus objetivos? FALSE/TRUE: FALSE  
Ahora pasaremos a preguntar sobre su salud:  
Empezaremos con la dieta:  
¿De la sal abusa usted? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Fruta consume usted? FALSE/TRUE: TRUE  
¿Pica usted entre horas? FALSE/TRUE: FALSE  
Continuamos con la salud:  
¿Cual es su presion maxima? 80  
¿Cual es su presion minima? 50  
¿Cual son sus pulsaciones por minuto? 110  
¿Sufre usted cansancio, tirantez o mareo despues del ejercicio? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted problemas en la parte superior de alguno de sus brazos? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted problemas en la parte inferior de alguno de sus brazos? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted problemas en la parte superior de alguna de sus piernas? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted problemas en la parte inferior de alguno de sus piernas? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted problemas de espalda? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted problemas en el torso? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted osteoporosis? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Desea introducir algun habito (mas)? TRUE/FALSE: TRUE  
¿Habito dentro o fuera del trabajo? fuera/dentro dentro  
Introduzca la duracion minima en minutos del habito: 15  
Introduzca la frecuencia en dias por semana del habito: 3  
desplazamiento-pie/sentado/de-pie/levantar-peso/movimientos-rep/deporte? sentado  
¿Desea introducir algun habito (mas)? TRUE/FALSE: TRUE  
¿Habito dentro o fuera del trabajo? fuera/dentro fuera  
Introduzca la duracion minima en minutos del habito: 15  
Introduzca la frecuencia en veces por semana del habito: 3  
sentado/de-pie/recados/tareas-domesticas/deporte? sentado  
¿Desea introducir algun habito (mas)? TRUE/FALSE: FALSE

## 6.2.2 Salida CLIPS

-----

Esta es la lista de ejercicios que le recomendamos:

LUNES:

Natacion, 10 rutinas en 30 minutos

Estiramientos, 20 rutinas en 20.0 minutos

MARTES:

Abdominales, 10 rutinas en 20.0 minutos

Flexiones, 10 rutinas en 20.0 minutos

Sentadillas, 10 rutinas en 20.0 minutos

MIERCOLES:

Flexiones, 10 rutinas en 20.0 minutos

Abdominales, 10 rutinas en 20.0 minutos

JUEVES:

Natacion, 10 rutinas en 30 minutos

Abdominales, 10 rutinas en 20.0 minutos

VIERNES:

Estiramientos, 20 rutinas en 20.0 minutos

Sentadillas, 10 rutinas en 20.0 minutos

Flexiones, 10 rutinas en 20.0 minutos

-----

Como podemos ver el resultado es una rutina de baja intensidad con bastante variedad. Dado que hay pocas restricciones de problemas el sistema puede asignar rutinas más equilibradas en cuanto a variedad de ejercicios y a duración y veces que se han de repetir.

### 6.3 Prueba 3 (Persona Mayor)

Consistirá en una persona de edad muy avanzada, jubilada y por ello carece de hábitos dentro del trabajo, tendrá también muchos problemas de salud y mucho tiempo libre que actualmente está usando estando sentado o de pie. Sus objetivos serán únicamente pasar el rato y mantenerse en algo de forma. Esperaríamos una rutina tranquila y que ocupe mucho tiempo.

### 6.3.1 Entrada CLIPS

----- Sistema de Recomendacion de Rutinas -----

Introduzca el nombre de la persona: Victor  
Introduzca los apellidos de la persona: Reliquia  
Introduzca la edad de la persona en anyos: 102  
Introduzca la altura de la persona en metros: 1.60  
Introduzca el peso de la persona en kg: 50  
Introduzca el tiempo diario disponible de la persona en minutos: 300  
Ahora pasamos a preguntar sobre los objetivos de la persona:  
¿Es la flexibilidad parte de sus objetivos? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Es pasar el rato parte de sus objetivos? FALSE/TRUE: TRUE  
¿Es perder peso parte de sus objetivos? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Es el mantenimiento parte de sus objetivos? FALSE/TRUE: TRUE  
Ahora pasaremos a preguntar sobre su salud:  
Empezaremos con la dieta:  
¿De la sal abusa usted? FALSE/TRUE: TRUE  
¿Fruta consume usted? FALSE/TRUE: TRUE  
¿Pica usted entre horas? FALSE/TRUE: TRUE  
Continuamos con la salud:  
¿Cual es su presion maxima? 90  
¿Cual es su presion minima? 60  
¿Cual son sus pulsaciones por minuto? 70  
¿Sufre usted cansancio, tirantez o mareo despues del ejercicio? FALSE/TRUE: TRUE  
¿Sufre usted problemas en la parte superior de alguno de sus brazos? FALSE/TRUE: TRUE  
¿Sufre usted problemas en la parte inferior de alguno de sus brazos? FALSE/TRUE: TRUE  
¿Sufre usted problemas en la parte superior de alguna de sus piernas? FALSE/TRUE: TRUE  
¿Sufre usted problemas en la parte inferior de alguno de sus piernas? FALSE/TRUE: TRUE  
¿Sufre usted problemas de espalda? FALSE/TRUE: TRUE  
¿Sufre usted problemas en el torso? FALSE/TRUE: TRUE  
¿Sufre usted osteoporosis? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Desea introducir algun habito (mas)? TRUE/FALSE: TRUE  
¿Habito dentro o fuera del trabajo? fuera/dentro fuera  
Introduzca la duracion minima en minutos del habito: 180  
Introduzca la frecuencia en veces por semana del habito: 7  
sentado/de-pie/recados/tareas-domesticas/deporte? sentado  
¿Desea introducir algun habito (mas)? TRUE/FALSE: TRUE  
¿Habito dentro o fuera del trabajo? fuera/dentro fuera  
Introduzca la duracion minima en minutos del habito: 60  
Introduzca la frecuencia en veces por semana del habito: 4  
sentado/de-pie/recados/tareas-domesticas/deporte? de-pie  
¿Desea introducir algun habito (mas)? TRUE/FALSE: FALSE

### 6.3.2 Salida CLIPS

-----  
Esta es la lista de ejercicios que le recomendamos:

LUNES:

Taichi, 1 rutina en 120 minutos  
Estiramientos, 20 rutinas en 120 minutos

MARTES:

Abdominales, 10 rutinas en 120 minutos  
Estiramientos, 20 rutinas en 120 minutos

MIERCOLES:

Taichi, 1 rutina en 120 minutos  
Estiramientos, 20 rutinas en 120 minutos

JUEVES:

Abdominales, 10 rutinas en 120 minutos  
Estiramientos, 20 rutinas en 120 minutos

VIERNES:

Taichi, 1 rutina en 120 minutos  
Estiramientos, 20 rutinas en 120 minutos  
-----

Como esperábamos, ocupa mucho tiempo, y la variedad es algo baja, resultado de la gran cantidad de problemas físicos del usuario. Dentro de lo que cabe, los resultados son correctos y su intensidad relativamente baja.

## 6.4 Prueba 4 (Persona con problemas en los brazos)

Ahora una prueba con un usuario solo con problemas localizados en los brazos. El usuario vuelve a ser una persona mayor y esta vez quiere hacer ejercicios de mantenimiento pero su condición física ya es muy buena. El resultado esperado serán muchas rutinas que no trabajen los brazos y que vayan encaminados al objetivo de mantenimiento.

## 6.4.1 Entrada CLIPS

-----  
----- Sistema de Recomendacion de Rutinas -----  
-----

Introduzca el nombre de la persona: Eduardo  
Introduzca los apellidos de la persona: Manosdeflan  
Introduzca la edad de la persona en anyos: 76  
Introduzca la altura de la persona en metros: 1.55  
Introduzca el peso de la persona en kg: 60  
Introduzca el tiempo diario disponible de la persona en minutos: 160  
Ahora pasamos a preguntar sobre los objetivos de la persona:  
¿Es la flexibilidad parte de sus objetivos? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Es pasar el rato parte de sus objetivos? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Es perder peso parte de sus objetivos? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Es el mantenimiento parte de sus objetivos? FALSE/TRUE: TRUE  
Ahora pasaremos a preguntar sobre su salud:  
Empezaremos con la dieta:  
¿De la sal abusa usted? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Fruta consume usted? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Pica usted entre horas? FALSE/TRUE: FALSE  
Continuamos con la salud:  
¿Cual es su presion maxima? 110  
¿Cual es su presion minima? 65  
¿Cual son sus pulsaciones por minuto? 75  
¿Sufre usted cansancio, tirantez o mareo despues del ejercicio? FALSE/TRUE: TRUE  
¿Sufre usted problemas en la parte superior de alguno de sus brazos? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted problemas en la parte inferior de alguno de sus brazos? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted problemas en la parte superior de alguna de sus piernas? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted problemas en la parte inferior de alguno de sus piernas? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted problemas de espalda? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted problemas en el torso? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted osteoporosis? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Desea introducir algun habito (mas)? TRUE/FALSE: TRUE  
¿Habito dentro o fuera del trabajo? fuera/dentro fuera  
Introduzca la duracion minima en minutos del ejercicio: 15  
Introduzca la frecuencia en veces por semana del ejercicio: 3  
sentado/de-pie/recados/tareas-domesticas/deporte? tareas-domesticas  
¿Desea introducir algun habito (mas)? TRUE/FALSE: FALSE

## 6.4.2 Salida CLIPS

-----

Esta es la lista de ejercicios que le recomendamos:

LUNES:

Taichi, 1 rutina en 53.333333333333 minutos

Estiramientos, 1 rutina en 53.333333333333 minutos

Sentadillas, 100 rutinas en 53.333333333333 minutos

MARTES:

Abdominales, 100 rutinas en 53.333333333333 minutos

Sentadillas, 100 rutinas en 53.333333333333 minutos

Estiramientos, 1 rutina en 53.333333333333 minutos

MIERCOLES:

Taichi, 1 rutina en 53.333333333333 minutos

Estiramientos, 1 rutina en 53.333333333333 minutos

Sentadillas, 100 rutinas en 53.333333333333 minutos

JUEVES:

Abdominales, 100 rutinas en 53.333333333333 minutos

Sentadillas, 100 rutinas en 53.333333333333 minutos

Estiramientos, 1 rutina en 53.333333333333 minutos

VIERNES:

Taichi, 1 rutina en 53.333333333333 minutos

Estiramientos, 1 rutina en 53.333333333333 minutos

Sentadillas, 100 rutinas en 53.333333333333 minutos

-----

Como era de esperar, la rutina recomendada es de intensidad elevada dado que el usuario estaba en buenas condiciones físicas exceptuando el problema en los brazos, es por eso que no aparece ningún ejercicio que trabaje los brazos.



## 6.5 Prueba 5 (Persona con problemas en las piernas)

Parecido al ejemplo anterior, esta vez es una persona de mediana edad que tiene problemas en las piernas. Es un usuario con una condición relativamente buena debido a sus hábitos. Su objetivo principal es mantenimiento. Al estar lesionado permanece en casa

## 6.5.1 Entrada CLIPS

----- Sistema de Recomendacion de Rutinas -----

Introduzca el nombre de la persona: Eusebio  
Introduzca los apellidos de la persona: Veterano  
Introduzca la edad de la persona en anyos: 50  
Introduzca la altura de la persona en metros: 1.70  
Introduzca el peso de la persona en kg: 70  
Introduzca el tiempo diario disponible de la persona en minutos: 180  
Ahora pasamos a preguntar sobre los objetivos de la persona:  
¿Es la flexibilidad parte de sus objetivos? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Es pasar el rato parte de sus objetivos? FALSE/TRUE: TRUE  
¿Es perder peso parte de sus objetivos? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Es el mantenimiento parte de sus objetivos? FALSE/TRUE: TRUE  
Ahora pasaremos a preguntar sobre su salud:  
Empezaremos con la dieta:  
¿De la sal abusa usted? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Fruta consume usted? FALSE/TRUE: TRUE  
¿Pica usted entre horas? FALSE/TRUE: TRUE  
Continuamos con la salud:  
¿Cual es su presion maxima? 120  
¿Cual es su presion minima? 80  
¿Cual son sus pulsaciones por minuto? 80  
¿Sufre usted cansancio, tirantez o mareo despues del ejercicio? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted problemas en la parte superior de alguno de sus brazos? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted problemas en la parte inferior de alguno de sus brazos? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted problemas en la parte superior de alguna de sus piernas? FALSE/TRUE: TRUE  
¿Sufre usted problemas en la parte inferior de alguno de sus piernas? FALSE/TRUE: TRUE  
¿Sufre usted problemas de espalda? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted problemas en el torso? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted osteoporosis? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Desea introducir algun habito (mas)? TRUE/FALSE: TRUE  
¿Habito dentro o fuera del trabajo? fuera/dentro fuera  
Introduzca la duracion minima en minutos del habito: 30  
Introduzca la frecuencia en veces por semana del habito: 7  
sentado/de-pie/recados/tareas-domesticas/deporte? deporte  
¿Desea introducir algun habito (mas)? TRUE/FALSE: TRUE  
¿Habito dentro o fuera del trabajo? fuera/dentro fuera  
Introduzca la duracion minima en minutos del habito: 60  
Introduzca la frecuencia en veces por semana del habito: 5  
sentado/de-pie/recados/tareas-domesticas/deporte? tareas-domesticas  
¿Desea introducir algun habito (mas)? TRUE/FALSE: FALSE

## 6.5.2 Salida CLIPS

-----

Esta es la lista de ejercicios que le recomendamos:

LUNES:

Pesas, 50 rutinas en 60.0 minutos

Taichi, 1 rutina en 60.0 minutos

Estiramientos, 1 rutina en 60.0 minutos

MARTES:

Flexiones, 100 rutinas en 60.0 minutos

Abdominales, 100 rutinas en 60.0 minutos

Estiramientos, 1 rutina en 60.0 minutos

MIERCOLES:

Flexiones, 100 rutinas en 60.0 minutos

Pesas, 50 rutinas en 60.0 minutos

Taichi, 1 rutina en 60.0 minutos

JUEVES:

Pesas, 50 rutinas en 60.0 minutos

Flexiones, 100 rutinas en 60.0 minutos

Abdominales, 100 rutinas en 60.0 minutos

VIERNES:

Abdominales, 100 rutinas en 60.0 minutos

Flexiones, 100 rutinas en 60.0 minutos

Pesas, 50 rutinas en 60.0 minutos

-----

El resultado es una rutina variada que no trabaja las piernas y a su vez se adapta a la condición física del usuario dando lugar a una rutina de bastante intensidad. Es un resultado que cabe en lo que se esperaba de este usuario.

## 6.6 Prueba 6 (Persona de mediana edad con osteoporosis)

Esta prueba consiste en una persona de mediana edad, de 55 años, con poco tiempo disponible ya que trabaja, y con la salud y el peso algo descuidados, por ello su objetivo será perder peso. El resultado esperado constará de ejercicios que trabajen este problema pero que sean bastante variados debido a la falta de otros problemas.

## 6.6.1 Entrada CLIPS

-----  
----- Sistema de Recomendacion de Rutinas -----  
-----

Introduzca el nombre de la persona: Juan  
Introduzca los apellidos de la persona: Bajar De Peso  
Introduzca la edad de la persona en anyos: 55  
Introduzca la altura de la persona en metros: 1.75  
Introduzca el peso de la persona en kg: 93  
Introduzca el tiempo diario disponible de la persona en minutos: 45  
Ahora pasamos a preguntar sobre los objetivos de la persona:  
¿Es la flexibilidad parte de sus objetivos? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Es pasar el rato parte de sus objetivos? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Es perder peso parte de sus objetivos? FALSE/TRUE: TRUE  
¿Es el mantenimiento parte de sus objetivos? FALSE/TRUE: FALSE  
Ahora pasaremos a preguntar sobre su salud:  
Empezaremos con la dieta:  
¿De la sal abusa usted? FALSE/TRUE: TRUE  
¿Fruta consume usted? FALSE/TRUE: TRUE  
¿Pica usted entre horas? FALSE/TRUE: TRUE  
Continuamos con la salud:  
¿Cual es su presion maxima? 120  
¿Cual es su presion minima? 90  
¿Cual son sus pulsaciones por minuto? 93  
¿Sufre usted cansancio, tirantez o mareo despues del ejercicio? FALSE/TRUE: TRUE  
¿Sufre usted problemas en la parte superior de alguno de sus brazos? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted problemas en la parte inferior de alguno de sus brazos? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted problemas en la parte superior de alguna de sus piernas? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted problemas en la parte inferior de alguno de sus piernas? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted problemas de espalda? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted problemas en el torso? FALSE/TRUE: FALSE  
¿Sufre usted osteoporosis? FALSE/TRUE: TRUE  
¿Desea introducir algun habito (mas)? TRUE/FALSE: TRUE  
¿Habito dentro o fuera del trabajo? fuera/dentro dentro  
Introduzca la duracion minima en minutos del habito: 30  
Introduzca la frecuencia en dias por semana del habito: 3  
desplazamiento-pie/sentado/de-pie/levantar-peso/movimientos-rep/deporte? sentado  
¿Desea introducir algun habito (mas)? TRUE/FALSE: TRUE  
¿Habito dentro o fuera del trabajo? fuera/dentro dentro  
Introduzca la duracion minima en minutos del habito: 30  
Introduzca la frecuencia en dias por semana del habito: 3  
desplazamiento-pie/sentado/de-pie/levantar-peso/movimientos-rep/deporte? de-pie  
¿Desea introducir algun habito (mas)? TRUE/FALSE: FALSE

## 6.6.2 Salida CLIPS

-----

Esta es la lista de ejercicios que le recomendamos:

LUNES:

Natacion, 10 rutinas en 30 minutos

Pesas, 20 rutinas en 15 minutos

MARTES:

Abdominales, 10 rutinas en 15.0 minutos

Flexiones, 10 rutinas en 15.0 minutos

Estiramientos, 20 rutinas en 15.0 minutos

MIERCOLES:

Flexiones, 10 rutinas en 15.0 minutos

Abdominales, 10 rutinas en 15.0 minutos

JUEVES:

Natacion, 10 rutinas en 30 minutos

Abdominales, 10 rutinas en 15.0 minutos

VIERNES:

Pesas, 20 rutinas en 15 minutos

Estiramientos, 20 rutinas en 15.0 minutos

Flexiones, 10 rutinas en 15.0 minutos

-----

El resultado es una rutina de máximo 30 minutos por día, suficientemente variada. Debido a que la persona tiene osteoporosis, hay bastante cantidad de ejercicios que trabajan este problema, como puede ser la natación.

## 7. Conclusiones

Finalmente, en esta sección se presentan unas conclusiones a las que se han llegado después de finalizar el proyecto.

- El sistema basado en el conocimiento hace recomendaciones de ejercicios para los días de la semana. Se hace una recomendación basada en los datos introducidos por el usuario.
- Se ha aplicado una metodología incremental en la que se podía volver a cualquier etapa del desarrollo en cualquier momento. Se ha dividido el problema en varios subproblemas con tal de afrontarlos con mayor facilidad.
- El sistema cumple las restricciones y da una solución dentro de los parámetros establecidos de 30 minutos mínimos diarios.
- El sistema se comporta correctamente ante casos diferentes dando resultados lógicos y dentro de lo esperado.
- Si el usuario se desvía de comportamientos normales (tiene muchos problemas) algunas restricciones no se cumplen (monotonía)

Sin embargo, hay algunas cosas que consideramos que se podrían mejorar:

- Al asignar los ejercicios al horario semanal, en cuanto encontramos que uno no entra en el tiempo restante de un día (descontando el de los ejercicios ya asignados), damos el día por completo y saltamos al siguiente. Podríamos incluir el buscar otros ejercicios de menor tiempo que pudieran encajar en ese tiempo aunque hayamos encontrado uno que no encaja, antes de continuar.
- Podríamos tener unos números más realistas a la hora de definir los tiempos y las repeticiones de las rutinas de ejercicios, pero lo hemos considerado algo secundario al propio código y funcionamiento del programa. El cálculo del tiempo se ha visto bastante limitado por el catálogo disponible, y se ha forzado a inflarse para evitar tener una gran parte del total en cada uno de los días.
- Podríamos redactar unos algoritmos de definición de tiempo más complejos y refinados, utilizando los datos realistas mencionados antes, para tener aún más realismo y variedad.
- Se podría mejorar la formulación de preguntas, permitiendo cosas como el poder no responder a preguntas por desconocimiento (por ejemplo, alguien puede no saber si se cansa con facilidad si no hace ejercicio de forma habitual).