



UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA
ESCUELA SUPERIOR DE INFORMÁTICA

GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA

<Tecnología Específica>

TRABAJO FIN DE GRADO

Plantilla de TFG para ESI-UCLM
Curso de \LaTeX esencial

Jesús Salido Tercero

<mes, año>



**UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA
ESCUELA SUPERIOR DE INFORMÁTICA**

<Primera línea Depto. Director>

<Segunda línea Depto. Director>

<Tecnología Específica>

TRABAJO FIN DE GRADO

**Plantilla de TFG para ESI-UCLM
Curso de \LaTeX esencial**

Autor(a): Jesús Salido Tercero

Director(a): <director (nombre apellidos)>

Director(a): <codirector (nombre apellidos)>

<mes, año>

Plantilla TFG

© Jesús Salido Tercero, <año>

Este documento se distribuye con licencia Creative Commons Atribución Compartir Igual 4.0. El texto completo de la licencia puede obtenerse en <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.

La copia y distribución de esta obra está permitida en todo el mundo, sin regalías y por cualquier medio, siempre que esta nota sea preservada. Se concede permiso para copiar y distribuir traducciones de este libro desde el español original a otro idioma, siempre que la traducción sea aprobada por el autor del libro y tanto el aviso de copyright como esta nota de permiso, sean preservados en todas las copias.



TRIBUNAL:

Presidente: _____

Vocal: _____

Secretario: _____

FECHA DE DEFENSA: _____

CALIFICACIÓN: _____

PRESIDENTE

VOCAL

SECRETARIO

Fdo.:

Fdo.:

Fdo.:

*A mis alumnos ...
(para siempre)*

Resumen

(... versión del resumen en español ...)

El resumen debe ocupar como máximo una página y en dicho espacio proporcionará información crucial sobre el *‘qué’* (problemática que trata de resolver el TFG), el *‘cómo’* (metodología para llegar a los resultados) y los objetivos alcanzados.

Abstract

(... english version of the abstract ...)

Versión del resumen en inglés. En los trabajos cuyo idioma principal sea el inglés, el orden de Resumen y Abstract se invertirá.

AGRADECIMIENTOS

Aunque es un apartado opcional, haremos bueno el refrán «*Es de bien nacidos, ser agradecidos*» si empleamos este espacio es un medio para agradecer a todos los que, de un modo u otro, han hecho posible que el TFG «llegue a buen puerto». Esta sección es ideal para agradecer a familiares, directores, profesores, compañeros, amigos, etc.

Estos agradecimientos pueden ser tan personales como se desee e incluir anécdotas y chascarrillos, pero nunca deberían ocupar más de una página.

Jesús Salido Tercero

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|--------------|
| Índice de figuras | XVII |
| Índice de tablas | XIX |
| Índice de listados | XXI |
| Índice de algoritmos | XXIII |
| 1. Introducción y objetivos | 1 |
| 1.1. Resumen | 1 |
| 1.2. Objetivos | 1 |
| 1.3. Estructura del trabajo | 2 |
| 2. Test de viabilidad | 3 |
| 2.1. Test de Slagel | 3 |
| 2.2. Estudio de viabilidad | 5 |
| 3. Estado del arte | 11 |
| 3.1. Esgrima | 11 |
| 3.1.1. Modalidad de espada en esgrima | 11 |
| 3.1.2. Estructura competición esgrima | 13 |
| 3.2. Sistema de apoyo a la toma de decisión y Machine Learning en esgrima | 14 |
| 3.2.1. Sistema de apoyo a la toma de decisión (DSS) | 14 |
| 3.2.2. Sistemas basados en los conocimientos | 14 |
| 3.2.3. Machine Learning | 15 |
| 3.2.4. Base de datos y Web Scrapping | 16 |
| 4. Propuesta | 17 |
| 4.1. Metodología | 17 |
| 4.2. Extreme Programming | 17 |
| 4.2.1. Valores | 18 |
| 4.2.2. Características | 18 |
| 4.3. iteraciones | 19 |

| | |
|--|-----------|
| 4.4. Sistema experto | 19 |
| 4.4.1. Características del sistema experto | 20 |
| 4.4.2. Estudio de viabilidad | 20 |
| 4.4.3. Adquisición del conocimiento | 21 |
| 4.4.4. Implantación | 21 |
| 4.4.5. Evaluación y pruebas | 21 |
| 4.4.6. Motor de inferencia | 22 |
| 5. Evaluación | 23 |
| 5.1. Características del sistema experto | 23 |
| 5.2. Estudio de viabilidad | 23 |
| 5.3. Adquisición del conocimiento | 27 |
| 5.4. Base de datos | 27 |
| 5.4.1. Obtención BBDD | 28 |
| 5.4.2. Descripción BBDD | 29 |
| 5.4.3. Modo de empleo | 31 |
| A. Test de Slagel | 33 |
| B. Entrevistas | 35 |
| B.1. Entrevista 1 | 35 |
| C. Reglas del sistema experto | 39 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|-------------------------------------|----|
| 3.1. Blanco válido espada | 12 |
| 3.2. Dimensiones espada | 12 |
| 4.1. Desarrollo SE | 19 |
| 4.2. Desarrollo SE | 20 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| 2.1. Leyenda | 5 |
| 2.2. Tabla con las características de plausibilidad | 5 |
| 2.3. Tabla con las características de justificación | 6 |
| 2.4. Tabla con las características de adaptación | 7 |
| 2.5. Tabla con las características de éxito | 8 |
| 2.6. Resultados de viabilidad | 9 |
| 3.1. Ejemplo tabla resultados poule | 13 |
| 5.1. Tabla con las características de plausibilidad | 23 |
| 5.2. Tabla con las características de justificación | 24 |
| 5.3. Tabla con las características de adaptación | 25 |
| 5.4. Tabla con las características de éxito | 26 |
| 5.5. Resultados de viabilidad | 27 |
| 5.6. Estructura BBDD asaltos inicial | 28 |
| 5.7. Estructura BBDD tiradores | 28 |
| 5.8. Estructura BBDD asaltos | 29 |
| 5.9. Tabla correspondencia transformación valores BBDD | 29 |
| 5.10. Estructura BBDD asaltos | 30 |

ÍNDICE DE LISTADOS

| | |
|------------------------------|----|
| anexos/esgrima.clp | 39 |
|------------------------------|----|

ÍNDICE DE ALGORITMOS

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1. RESUMEN

Pendiente de escribir

1.2. OBJETIVOS

El principal objetivo de este TFG es contribuir al mundo del deporte, en concreto al deporte de la esgrima. En el comienzo de este deporte hay una gran curva de aprendizaje en cuanto al esquema táctico se refiere puesto que al ser un deporte minoritario los recursos que se le dedican son menores por lo que dificulta la expansión de conocimiento y por ende, la adquisición de este mismo tanto a personas que ya lo practican como aquellas que acaban de empezar. Se quiere reducir la inclinación de dicha curva de aprendizaje en el momento que tienes que aprender por ti mismo y necesitas ayuda de los demás para saber que acciones son las correctas y porque están mal tomadas algunas decisiones, al menos, hasta que te puedes valer por ti mismo como tirador que es capaz de identificar las acciones que están ocurriendo y analizar cuales son las mejores decisiones para contrarrestarlas.

Para ello se pretende desarrollar una aplicación la cual sea capaz de llevar a cabo una toma de decisiones con una serie de entradas, las cuales serán aquellas relacionadas con el entorno de un asalto de esgrima, como son las características de los tiradores, como se está desarrollando el asalto, etc.

Esta aplicación será desarrollada llevando a cabo una labor de Ingeniería de Conocimiento junto con una extracción y análisis de datos para describir el problema, extraer el conocimiento de expertos, conceptualizar, formalizar e implementar dicho conocimiento de manera entendible para los usuarios de dicha aplicación. Dicha aplicación será un SBC el cual aglutine todo el conocimiento de los expertos en su conjunto, además del análisis de datos. Dicho sistema tendrá el objetivo darle una respuesta a un tirador de tal forma que este tenga un punto de vista más para tomar sus decisiones, de tal modo que le sea mas fácil alcanzar la victoria. Además de ayudarle a anteponerse a su rival, también servirá como entrenamiento y salir de dudas cuando se quiera mejorar y adquirir conocimiento.

Esto nos lleva a la conclusión de que para alcanzar el objetivo de este TFG tendremos que diseñar un sistema de apoyo a la toma de decisión, con acceso mediante una aplicación web para darle accesibilidad al programa desde cualquier sitio.

El alcance de este proyecto está basado en los recursos disponibles para realizarlo, tanto personas como tiempo. Varios autores han escrito libros para plasmar su conocimiento sobre este deporte, ya sea como plantear la gestión de un club, como preparar a los tiradores para competiciones, como iniciarlos, etc. Este último caso es el de Elain Cheris hablando sobre los fundamentos básicos de la esgrima en las modalidades de florete y espada ya que ambas comparten las bases. Este libro Manual de esgrima consta de 160 páginas en el que se habla sobre el primer año de aprendizaje de una persona que se inicia en el deporte. Para adquirir este conocimiento se requiere de muchas horas de trabajo y

entrevistas con profesionales por lo que automáticamente descartamos la modalidad de sable, ya que hay poco conocimiento reutilizable.

Debido a los motivos expuestos anteriormente la modalidad de sable se dejará para un futuro a modo de ampliación. Respecto a la modalidad de florete es cierto que comparten las bases pero las técnicas específicas y el conocimiento es totalmente distinto, ya que las propias reglas difieren entre ambas modalidades en algunos aspectos, por lo que se podrían utilizar partes del desarrollo pero toda la adquisición de conocimiento, desarrollo del sistema experto habría que realizarlo partiendo de cero. Para ambas modalidades hay que sumar que conseguir expertos resulta de gran dificultad actualmente, cosa que en un futuro lejano, tres años, espero solventar. Todo esto ha llevado a los objetivos expuestos anteriormente.

1.3. ESTRUCTURA DEL TRABAJO

Pendiente de escribir

TEST DE VIABILIDAD

Este capítulo está dedicado a analizar como de viable es el proyecto. De este modo se justificará la realización y continuación del mismo. Debido a que se cuenta con un experto y para realizar el sistema basado en el conocimiento, se llevará a cabo el estudio de viabilidad mediante el Test de Slagel.

2.1. TEST DE SLAGEL

Este test está pensado para Sistemas Expertos. Para la evaluación utilizará una serie de valores para las características los cuales estarán ponderados de una manera específica en función de las mismas. Dicho estudio de viabilidad se divide en tres etapas:

- Definición de características
- Asignación de pesos a cada una de las características
- Evaluación de cada aplicación candidata.

Las características están divididas en cuatro dimensiones:

1. **Plausibilidad:** En esta dimensión se intentará determinar si se cuenta con los medios necesarios desde la perspectiva de la Ingeniería del Conocimiento. Para ello se analizan dos aspectos:
 - **Características del experto:** se evaluará su fama dentro dentro del sector. Esto quiere decir si los demás profesionales del entorno reconocen su trabajo. También se valorará la capacidad de cooperar. Asimismo, otro aspecto a tener en cuenta será si es competente articulando sus métodos y procedimientos de trabajo. Otra cuestión de suma importancia será que el experto se haya enfrentado al problema con anterioridad y que este lo haya resuelto con éxito.
 - **Características de la tarea que lleva a cabo el experto** se analizará el grado de dificultad que tiene esta. Además se valorará si está adecuadamente estructurada y que tipo de habilidades se requieren para su realización.
2. **Justificación:** Se puede dar el caso de que el desarrollo de un Sistema Experto sea posible, pero esto no quiere decir que esté justificado. En esta dimensión se tratará de comprobar la justificación del desarrollo del dicho sistema desde la perspectiva de la Ingeniería del Conocimiento. Para ello se analizará lo siguiente:

- **Necesidad de la experiencia:** se evaluará las características del ambiente donde hay que realizar la tarea. Los principales factores a tener en cuenta será el peligro que hay en el entorno (terreno hostil), además de la escasez de expertos humanos y la necesidad de su presencia en diferentes sitios a la vez.
 - **Inversión a realizar:** se tendrá en cuenta los costes que conllevarán realizar el Sistema Experto frente al retorno de la inversión realizada. También se tendrán en cuenta soluciones alternativas.
 - **Transferencia de conocimiento:** un buen motivo para justificar la realización del sistema experto sería la posible pérdida de conocimiento. En casos como avanzada edad del experto hará que todo el conocimiento adquirido por el mismo pueda perderse.
3. **Adecuación:** se estudiará si el problema es adecuado para ser resuelto con técnicas de Ingeniería del Conocimiento. Algunos problemas podrán ser resueltos mediante algoritmos convencionales o aquellos problemas que requieran de sentido común. Se tendrá en cuenta la naturaleza, complejidad y tipo de tarea.
 4. **Éxito:** se intentarán determinar las posibilidades de éxito del sistema a desarrollar. Para ello se tendrán en cuenta como de entrenadas estén las personas implicadas, que el Sistema Experto tenga una ubicación idónea, que este sea aceptado por los usuarios como una herramienta de mejora y que este sea concordante en sus soluciones junto a la de los expertos.

Se establecerá una categoría de aplicación sobre cada una de estas dimensiones, mediante las cuales se identificará quien es el destinatario de la tarea. Se pueden distinguir tres actores: experto, usuario o directivo, o la propia tarea. Dentro de cada tarea tendremos dos tipos: esenciales o deseables. Las primeras no podrán tener una puntuación mínima de 7 puesto que como su nombre indica, son esenciales. El sistema de puntuación será entre 0 y 10 dependiendo de la importancia relativa de la misma.

Teniendo en cuenta lo explicado anteriormente, el proceso de evaluación del proyecto es el siguiente:

1. Asignar un valor a cada una de las características en cada dimensión. Dicho valor estará entre 0 y 10, cuya escala representará como de presente está respectivamente, siendo 10 totalmente presente. En el caso de que una característica esencial obtenga un valor menor de 7 la aplicación quedará automáticamente descartada.
2. Ponderar el valor de las características respecto a su peso.
3. Multiplicar para cada dimensión los valores ponderados obtenidos anteriormente.
4. Obtener la media para cada dimensión de los valores ponderados de las características. Para ello se calculará la raíz n -ésima del producto obtenido del apartado anterior. Hay que emplear como índice el valor máximo de los índices usados en cada dimensión.
5. Dividir la suma del resultado de cada dimensión entre cuatro (4) pudiendo obtener como máximo un valor de 76,21.

A continuación se detalla el cálculo de la viabilidad del TFG haciendo uso del Test de Slagel. Para mayor comprensión consultar la leyenda de la tabla 2.1.

Tabla 2.1: Leyenda

| Acrónimo | Significado | Rango |
|------------|--|----------|
| CAT | Categoría | |
| EX | Experto(s) | |
| TA | Tarea | |
| IDEN. CAR. | Identificador de la característica | |
| Pi | Identificador de la dimensión de Plausibilidad | P1...P10 |
| Ji | Identificador de la dimensión de Justificación | J1...J7 |
| Ai | Identificador de la dimensión de Adecuación | A1...A12 |
| Ei | Identificador de la dimensión de Éxito | E1...E17 |
| E | Esencial | 0...10 |
| D | Deseable | 0...10 |

Tabla 2.2: Tabla con las características de plausibilidad

| Cat. | Iden | Peso | Valor | Denominación | Tipo |
|------|------|------|-------|---|------|
| EX | P1 | 10 | 10 | Existen Expertos | E |
| EX | P2 | 10 | 9 | El experto asignado es genuino | E |
| EX | P3 | 8 | 9 | El experto es cooperativo | D |
| EX | P4 | 7 | 8 | El experto es capaz de articular sus métodos pero no categoriza | D |
| TA | P5 | 10 | 9 | Existen suficientes casos de prueba; normales, típicos, ejemplares, correosos, etc | E |
| TA | P6 | 10 | 9 | La tarea está bien estructurada y se entiende | D |
| TA | P7 | 10 | 9 | Solo requiere habilidad cognoscitiva (no pericia física) | D |
| TA | P8 | 9 | 8 | No se precisan resultados óptimos sino sólo satisfactorios, sin comprometer el proyecto | D |
| TA | P9 | 9 | 7 | La tarea no requiere sentido común | D |
| DU | P10 | 7 | 9 | Los directivos están verdaderamente comprometidos con el proyecto | D |

2.1.1. Características de Plausibilidad

Fundamentos de plausibilidad

A continuación se fundamentan algunos de los valores elegidos para las características de Plausibilidad

- P1:** Actualmente se dispone de muchos expertos en el sector. Toda sala de esgrima tiene un maestro el cual es un experto, con mayor o menor experiencia, el cual transmite sus conocimientos adquiridos con los años y los sucesos que vivió a sus alumnos. Por lo tanto podríamos decir que hay al menos un experto por sala de esgrima.
- P3:** El experto escogido tiene especial interés en el proyecto, puesto que serviría de gran ayuda para sus alumnos en competencias dado que actualmente es el único en poder dar apoyo a estos en esas situaciones.
- P7:** Unicamente se requiere el conocimiento suficiente y experiencia en competición para poder identificar las acciones del rival para poder decidir que acciones llevar a cabo de manera que se contrarresten las del rival.
- P9:** Al ser una serie de casos con unas entradas y salidas bien definidas, no requiere de un gran ingenio poder llevar a cabo la decisión, una vez tengamos todos los casos, o el mayor número de estos posibles, identificados.

2.1.2. Características de justificación

Tabla 2.3: Tabla con las características de justificación

| Cat. | Iden | Peso | Valor | Denominación | Tipo |
|------|------|------|-------|---|------|
| EX | J1 | 10 | 9 | El experto no esta disponible | E |
| EX | J2 | 10 | 8 | Hay escasez de experiencia humana | D |
| TA | J3 | 8 | 9 | Existe la necesidad de experiencia simultánea en muchos lugares | D |
| TA | J4 | 10 | 7 | Necesidad de experiencia en entornos hostiles, penosos y/o poco gratificantes | D |
| TA | J5 | 8 | 9 | No existen soluciones alternativas admisibles | E |
| DU | J6 | 10 | 9 | Se espera una alta tasa de recuperación de la inversión | D |
| DU | J7 | 10 | 9 | Resuelve una tarea útil y necesaria | E |

Fundamentos de justificación A continuación se fundamentan algunos de los valores elegidos para las características de justificación

- J1:** En competiciones, sobre todo regionales y clubes pequeños, el experto no suele estar disponible puesto que en la mayoría de las ocasiones tiene otras labores como directorio técnico o incluso ser el mismo un participante mas de la competición. En el mejor de los casos de que no tenga ninguan de estas labores lo normal será que tenga a varios alumnos que atender a la vez, por lo que será una situación común que no esté libre.
- J3:** Se puede dar el caso de que dos alumnos de un mismo maestro tengan un asalto en el mismo instante. Este no podrá estar en ambos sitios a la vez y tampoco es aconsejable estar poco tiempo en uno, después ir al otro y así sucesivamente, por lo que se ve la necesidad de este conocimiento en el mismo instante en distintos lugares.
- J7:** Al resolver la tarea de las incertidumbres sobre que hacer en cada una de las situacione será mas accesible el deporte para aquellos que estén empezando, puesto que no generará esos sentimientos de frustración por no saber que hacer.

2.1.3. Características de adaptación

Tabla 2.4: Tabla con las características de adaptación

| Cat. | Iden | Peso | Valor | Denominación | Tipo |
|------|------|------|-------|---|------|
| EX | A1 | 5 | 8 | La experiencia del experto está poco organizada | D |
| TA | A2 | 6 | 9 | Tiene valor práctico | D |
| TA | A3 | 7 | 9 | Es una tarea más táctica que estratégica | D |
| TA | A4 | 7 | 10 | La tarea da soluciones que sirvan de necesidades a largo plazo | E |
| TA | A5 | 5 | 8 | La tarea no es demasiado fácil, pero es de conocimiento intensivo, tanto propio del dominio, como de manipulación de la información | D |
| TA | A6 | 6 | 9 | Es de tamaño manejable, y/o es posible un enfoque gradual y/o, una descomposición en subtareas independientes | D |
| EX | A7 | 7 | 9 | La transferencia de experiencia entre humanos es factible (experto a aprendiz) | E |
| TA | A8 | 6 | 6 | Estaba identificada como un problema en el área y los efectos de la introducción de un SE pueden planificarse | D |
| TA | A9 | 9 | 8 | No requiere respuestas en tiempo real “Inmediato” | E |
| TA | A10 | 9 | 8 | La tarea no requiere investigación básica | E |
| TA | A11 | 5 | 8 | El experto usa básicamente razonamiento simbólico que implica factores subjetivos | D |
| TA | A12 | 5 | 8 | Es esencialmente de tipo heurístico | D |

Fundamentos de adaptación A continuación se fundamentan algunos de los valores elegidos para las características de adaptación

- A1:** Actualmente el experto no tiene ningún sistema en el que se pueda consultar su experiencia, no hay nada documentado por lo tanto no hay organización alguna.
- A4:** En este caso el sistema no solo sirve para ayudar en el instante que se consulta, si no que también sirve para transmitir dicho conocimiento al deportista, logrando así una mayor comunidad con conocimiento básico sobre el deporte. De este modo con el paso del tiempo será mas fácil que el conocimiento se pueda expandir
- A6:** Puesto que los ataques pueden ser compuestos, se podrán hacer enfoques graduales en los que se lleven a cabos pensamientos y acciones con mayor profundidad, pudiendo dar estos lugar a acciones mas complejas. De igual manera se podrá hacer de una manera mas sencilla en función de las cualidades del tirador.
- A7:** Es algo tan factible como que se lleva haciendo durante mucho tiempo, puesto que son los maestros de esgrima (expertos) quienes pasan su experiencia a sus alumnos a diario en las clases que se imparten.
- A9:** Antes de empezar un asalto de esgrima se ha de tener clara la táctica a seguir, por lo que no serviría de nada reinventarse en mitad del asalto. Por lo tanto se puede llegar a la conclusión de que no es necesaria una respuesta inmediata ya que entre asaltos como mínimo hay un minuto de descanso, tiempo mas que suficiente para obtener una respuesta.
- A11:** Algunas de las características que se comparan entre tiradores son totalmente objetivas, como la altura, pero otras como la experiencia la rapidez y la frialdad serán cosas subjetivas que se han de percibir.

2.1.4. Características de éxito

Tabla 2.5: Tabla con las características de éxito

| Cat. | Iden | Peso | Valor | Denominación | Tipo |
|------|------|------|-------|--|------|
| EX | E1 | 8 | 9 | No se sienten amenazados por el proyecto, son capaces de sentirse intelectualmente unidos al proyecto | D |
| EX | E2 | 6 | 9 | Tienen un brillante historial en la realización de esta tarea. | D |
| EX | E3 | 5 | 6 | Hay acuerdos en lo que constituye una buena solución a la tarea | D |
| EX | E4 | 5 | 8 | La única justificación para dar un paso en la solución es la calidad de la solución final | D |
| EX | E5 | 6 | 9 | No hay un plazo de finalización estricto, ni ningún otro proyecto depende de esta tarea | D |
| TA | E6 | 7 | 10 | No está influenciada por vaivenes políticos | E |
| TA | E7 | 8 | 5 | Existen ya SSEE que resuelvan esa o parecidas tareas | D |
| TA | E8 | 8 | 7 | Hay cambios mínimos en los procedimientos habituales | D |
| TA | E9 | 5 | 9 | Las soluciones son explicables o interactivas | D |
| TA | E10 | 7 | 8 | La tarea es de I+D de carácter práctico, pero no ambas cosas simultáneamente. | E |
| DU | E11 | 6 | 8 | Están mentalizados y tienen expectativas realistas tanto en alcance como en las limitaciones | D |
| DU | E12 | 7 | 9 | No rechazan de plano esta tecnología | E |
| DU | E13 | 6 | 8 | El sistema interactúa inteligente y amistosamente con el usuario | D |
| DU | E14 | 9 | 9 | El sistema es capaz de explicar al usuario su razonamiento | D |
| DU | E15 | 8 | 9 | La inserción del sistema se efectúa sin traumas; es decir, apenas se interfiere en la rutina cotidiana de la empresa | D |
| DU | E16 | 6 | 9 | Están comprometidos durante toda la duración del proyecto, incluso después de su implementación | D |
| DU | E17 | 8 | 8 | Se efectúa una adecuada transferencia tecnológica | E |

Fundamentos de éxito A continuación se fundamentan algunos de los valores elegidos para las características de éxito.

- E1:** La idea de llevar a cabo este proyecto fue totalmente respaldada por el experto una vez que se comentó, involucrandose y formando parte de él desde el primer momento.
- E9:** Todas las soluciones se pueden explicar argumentando los motivos que da el experto por las que fueron tomadas, de tal manera que el usuario sea capaz de entenderlas.

2.1.5. Resultado

En la siguiente tabla se muestra el resultado de la evaluación de las diferentes dimensiones siguiendo las fórmulas enunciadas en el test de SLAGEL. Una vez evaluadas dichas dimensiones se obtiene la media y se normaliza el valor, es decir, se expresa en tanto por ciento.

Tabla 2.6: Resultados de viabilidad

| Característica | π (Valor total) | π (Peso total) | Resultado | Resultado VC | Resultado máximo |
|----------------|---------------------|--------------------|---------------------------|--------------|------------------|
| Plausibilidad | 3,1752e9 | 2,38085568e9 | $(7,559692955e18)^{1/10}$ | 77.24 | 86.63 |
| Justificación | 3,584e6 | 3,31e6 | $(1,18e13)^{1/7}$ | 73.73 | 85.37 |
| Adecuación | 3,75e9 | 1,03e11 | $(3,87e20)^{1/12}$ | 51.95 | 82.75 |
| Éxito | 9,83e13 | 2,96e15 | $(2,91e29)^{1/17}$ | 54.59 | 81.30 |
| VC Total | | | | 64.38 | |
| VC Normalizado | | | | 84.01 | |

Conclusión

El porcentaje obtenido en la evaluación es suficiente como para seguir adelante con el proyecto, además si normalizamos el porcentaje sube hasta el 84.01 %, porcentaje mas que suficiente para confiar en la viabilidad del proyecto.

ESTADO DEL ARTE

3.1. ESGRIMA

La esgrima es un deporte de estrategia en el cuál tendrás que analizar a tu oponente a la vez que te defiendes de sus acometidas. Al mismo tiempo, tendrás que disfrazar tus ataques con otros para que el oponente no sea capaz de analizar tus movimientos. Es por esto por lo que la mayoría de practicantes lo denominan el ajedrez en movimiento puesto que todo son ataques, por un franco u otro, pequeñas batallas que te llevarán a ganar la guerra al final. Jugar con la mente del rival y calmar la tuya para tener superioridad táctica.

Por supuesto que el físico influye en este deporte, no deja de ser un deporte de contacto en el cual las cualidades físicas (fuerza, agilidad, rapidez, coordinación, reflejos, etc) son un factor mas a tener en cuenta, pero esto no serán mas que componentes de una ecuación la cual nos dará la victoria.

Ahora pasaremos a explicar por encima en que consiste un asalto de esgrima. Un asalto de esgrima es un enfrentamiento entre dos oponentes los cuales tienen que llegar al límite de tocados antes que el rival o haber obtenido mayor puntuación una vez haya terminado el tiempo de asalto. Dependiendo de la modalidad y categoría variaran estos tiempos y límite de tocados. ¿Pero que es un tocado? Un tocado no es mas que un punto a tu favor, el cual se puede conseguir tocando al rival o mediante sanciones del rival. Un ejemplo de sanciones podría ser un comportamiento antideportivo, salirse de la pista por el fondo, dar varias veces la espalda, perder el tiempo repetidas veces mientras vas perdiendo, etc.

Como la mayoría de artes marciales no es mas que un esquema táctico en el cuál tendremos unas variables de entrada mediante las cuales determinaremos una salida. ¿Pero como es posible que un deporte de contacto se base en una serie de entradas y salidas? Bien, un ejemplo muy básico es el siguiente: ante una acción ofensiva directa hacia la parte superior del cuerpo lo lógico es cubrirse esta parte. Aquí es donde entra en juego la estrategia de cada componente del combate. Si el atacante sabe que tu reacción ante una amenaza arriba será cubrirte esa zona, el amagará con un ataque falso (finta) a una parte del cuerpo y sobre tu acción defensiva para evitar esta acometida aprovechará para atacar otra zona que dejaste descubierta por defender la primera acción. Por otro lado, el defensor puede analizar al rival y saber que el primer ataque no será el verdadero, si no que será una preparación para atacar sobre otra zona, de este modo anticiparse y atacar sobre esta preparación o amagar con defenderse sobre la primera zona para después cubrirse la segunda y contra-atacar.

3.1.1. Modalidad de espada en esgrima

Una vez tenemos unas nociones básicas sobre como funciona un esquema táctico en general sobre cualquier disciplina de arte marcial o deporte de contacto, pasemos a hablar de la esgrima en concreto. Hay tres disciplinas dentro de este deporte: sable, florete y espada. Siendo la primera una modalidad en la que se puede tocar con cualquier parte de la hoja, mientras que en las dos últimas son armas de estoque, es decir, solo vale tocar con la punta. Puesto que cada modalidad tiene unas normas y

la espada es la mas practicada y mas sencilla de todas, nos centraremos en ella. En la modalidad de espada se puede tocar en cualquier parte del cuerpo. Con la única excepción de la nuca, puesto que es la única zona en la que no hay protección, para ello hay normas evitando que des la espalda y expongas esta zona tan delicada.

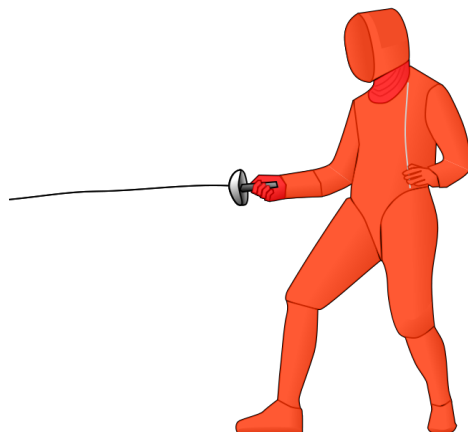


Figura 3.1: Blanco válido espada

Como hemos mencionado antes es un arma de estoque, por lo que el mecanismo de activación estará en la punta y será mediante un botón, el cuál al presionarse sobre un blanco válido (cualquier objeto que no esté aislado en el circuito) cerrará un circuito electrico cuyo objetivo es señalar el tocado. A partir de este momento el rival tiene un breve periodo de tiempo, 0.4 segundos, para realizar un tocado sobre el rival y que haya un tocado doble. Pasado este tiempo el circuito se bloqueará y solo será efectivo el primer tocado. A pesar de que haya un tocado doble no quiere decir que siempre sean válidos ambos tocados. Mediante las normas se dictaminará si los dos, solo uno o ninguno de ellos lo es. Un ejemplo podría ser que uno de los dos tiradores se encuentre fuera de la pista, lo cual anularía su tocado. Como se han podido dar cuenta, hemos hablado de tiempo, por lo que otro componente a tener en cuenta es ser mas rápido que el rival, esto habrá que tenerlo en cuenta en nuestro esquema táctico para poder decidir una acción en la cual, aunque nos toquen, nosotros lo hagamos con suficiente antelación al rival de modo que su tocado no sea válido.

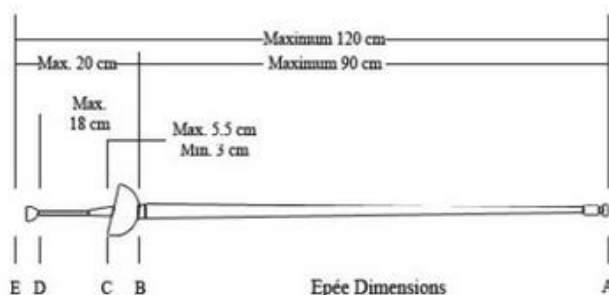


Figura 3.2: Dimensiones espada

Tal y como se habló antes los asaltos tienen un límite de tiempo y un límite de tocados, este será otro factor a tener en cuenta en nuestro esquema táctico sobre como plantear el asalto. Puede que a veces nos interese llevar un asalto hasta el final del tiempo desgastando físicamente al rival para aprovechar esta superioridad al final. Otras veces quizás nos interese lo contrario, acabar con el asalto cuanto antes para evitar dejar al contrario pensar. Puede que otras veces nos interese alargar

el asalto al mayor número de tocados posibles puesto que tengamos mayor repertorio que nuestro oponente, mientras que en el caso contrario, si tenemos pocas acciones nos interesará hacer el menor número de tocados. También habrá que tener en cuenta el marcador y cuanta ventana hay hasta el final del combate, si al rival le falta un tocado para ganar, mientras que a nosotros nos faltan tres, no nos interesa que haya un tocado doble puesto que el ganaría. Estas son algunas de las variables entran dentro de la formula para plantear nuestra táctica en un asalto de esgrima.

3.1.2. Estructura competición esgrima

Una vez que ya sabemos como funciona un asalto de esgrima podemos hablar sobre como funciona una competición de esgrima. Se explicará el funcionamiento de una competición estandar, el cual puede variar en función de la categoría y tipo de competición, puesto que existen varios formatos, como por ejemplo equipos, veteranos, competiciones amistosas, etc. En cuanto a las competiciones individuales primero se disputa una fase de grupos, la cual se denomina *poule* en la cual se dividen a todos los tiradores en poules (grupos) de seis o siete tiradores en función del número de participantes que haya. Siendo siete el número ideal y dejando las de seis en caso de que no haya número suficiente de tiradores. Estas poules se hacen en función del ranking de los tiradores inscritos a la competición, de manera que estén lo mas equilibradas posibles. A destacar que hay un sistema para realizarlas y no es a intuición del directorio. Una vez organizadas los poules se da comienzo a ellas. En ellas se enfrentan todos los tiradores entre ellos, empezando los que sean del mismo país y/o club, para evitar favoritismos mas adelante. Estos enfrentamientos serán en un único asalto con un límite de cinco tocados y una duración máxima de tres minutos. El primero que llegue al límite con diferencia de un tocado o quien tenga mayor puntuación al acabar el tiempo será el ganador de este encuentro. El orden de enfrentamiento entre tiradores también está pre-establecido según la posición dentro de la poule. En los anexos se podrá encontrar una ejemplo de hoja de poule.

Tabla 3.1: Ejemplo tabla resultados poule

| | Tirador 1 | Tirador 2 | Tirador 3 | Tirador 4 | Tirador 5 | Tirador 6 | Tirador 7 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tirador 1 | x | V | | | | | |
| Tirador 2 | 1 | x | | | | | |
| Tirador 3 | | | x | | | | |
| Tirador 4 | | | | x | | | 2 |
| Tirador 5 | | | | | x | | |
| Tirador 6 | | | | | | x | |
| Tirador 7 | | | | V_3 | | | x |

La anterior tabla sería un ejemplo de una tabla de poule en mitad de una competición. Se puede apreciar como se anotan las victorias, las derrotas y los resultados de ambas. En caso de obtener una victoria se anotará la puntuación. Una vez terminadas todas las poules se obtendrá la clasificación general, obteniendose de la siguiente manera:

1. Porcentaje Victorias/Derrotas
2. Tocados dados - Tocados recibidos
3. Tocados dados

En caso de empate de todo lo anterior ambos mantendrán el mismo número de serie y se saltará el siguiente. El orden de quien estará encima de otro será aleatorio. Una vez obtenida la clasificación general de las poules, se hace un corte para eliminar a un porcentaje de los participantes, suele ser un veinte por ciento. Con los tiradores restantes de este corte se hace un tablón lo suficientemente grande para acoger a todos los participantes. El número de este tablón será una potencia de dos, es decir 2, 4, 8, 16, 32, 64, etc. En caso de no haber participantes suficientes para completar el tablón los primeros participantes pasarán exentos de la primera ronda. El resto de la competición es una

eliminatória directa en la que el vencedor pasa a la siguiente ronda mientras que el perdedor termina la competición.

Debido a que cada punto cuenta desde el inicio, ya que esto determinará como de fácil será el camino en la competición todas y cada una de las decisiones que tomemos deberán ser lo mas óptimas posibles. Para ello muchas veces contamos con nuestra experiencia, entrenadores o incluso compañeros que nos ayudarán a tomar una decisión dándonos su opinión. Pero como no siempre será este el caso, se quiere desarrollar una herramienta la cual nos facilite la toma de decisiones en mitad de la competición. Para ello usaremos un sistema de apoyo a la decisión, a partir de ahora lo denominaremos como DSS (del inglés Decision Support System).

3.2. SISTEMA DE APOYO A LA TOMA DE DECISIÓN Y MACHINE LEARNING EN ESGRIMA

3.2.1. Sistema de apoyo a la toma de decisión (DSS)

Siempre se ha querido tomar una buena decisión y no siempre se ha podido, en la mayoría de los casos por no tener los conocimientos suficientes. Pero ¿qué es la mejor, una buena y una mala decisión? Esto es algo que, dependiendo del contexto, podría ser tanto subjetivo como objetivo. Por ejemplo, si nuestro objetivo es conseguir correr una maratón, no entrenar para ello posiblemente sea una mala decisión. Sin embargo, si hemos decidido seguir un plan de entrenamiento, el cual nos preparará para terminar nuestro objetivo habremos tomado una buena decisión. Pero esto sigue sin habernos contestado la pregunta de cuál será la mejor decisión. Bien, en este caso tendremos que entrar mas en detalle para saber cual es nuestro objetivo específico, en el caso de que solo sea terminarla, la mejor decisión será seguir aquel plan de entrenamiento que con el menor esfuerzo nos permita terminarla. Sin embargo, si nuestro objetivo es el de conseguir una buena marca, esta no habrá sido la mejor decisión puesto que tendremos que seguir un plan el cual nos permita ir mas rápido, aunque el esfuerzo sea mayor.

Una vez aclarada que es una mala, buena y la mejor decisión podremos hablar sobre lo que es un sistema de apoyo a la toma de decisiones. Estos son sistemas desarrollados para dar una decisión, en su mayoría aplicaciones informáticas, los cuales siguen el proceso de una toma de decisiones. Estos utilizan los datos y modelos para generar las alternativas posibles y acabar tomando la mejor decisión. Detrás de estos sistemas suele haber un sistema experto detrás, el cuál es un conjunto de reglas obtenidas a través de conocimiento extraído previamente. Dicho conocimiento se puede apoyar de otros sistemas como arboles de decisión o redes bayesianas para obtener conocimiento.

Un ejemplo de lo mencionado anteriormente fue en el DSS basado en redes bayesianas con una aplicación a la lucha contra las infecciones nosocomiales (Hela Ltifi, et al). En este caso lo que se pretendía era reducir el número de pacientes infectados. Para ello desarrollaron un sistema para ayudar a los médicos a prevenir dichas infecciones. Dicho sistema fue desarrollado mediante un proceso KDD el cuál se nutre de una base de datos cedida por un hospital. Dicho proceso consistía en analizar los datos e intentar obtener conocimiento de ellos. Para ello habría que seguir una serie de pasos como la limpieza, pre-procesamiento de datos, detección de patrones y ahí es cuando se podría obtener conocimiento. Dicho sistema ayudaría a reducir costes en los hospitales además de reducir el número de casos de infección.

3.2.2. Sistemas basados en los conocimientos

Parte de un DSS pueden ser los sistemas basados en conocimientos, los cuales parten de un conocimiento extraído de un experto y es transportado a una aplicación informática la cual será lo mas

fiel a reproducir la decisión de dicho experto. Para ello se siguen una serie de procesos para poder transformar dicho conocimiento hacia la aplicación. Esta suele contar con una interfaz de usuario para que sea lo mas cómoda posible. El proceso no es trivial puesto que se necesita mínimo de un ingeniero de conocimiento y de un experto en la materia. Además ambos deben estar predispuestos a llevar a cabo el proyecto, puesto que es de vital importancia que se colabore en la mayor medida posible. Para ello se deberá extraer el conocimiento del experto mediante diversos métodos como puede ser un sistema de entrevistas, en las cuales el ingeniero le plantea una serie de problemas y/o dudas al experto y este deberá responderle. Una vez finalizada el ingeniero analizará el resultado de la entrevista, pasando a reglas dicho conocimiento o elaborando una nueva entrevista en caso de que fuera necesario.

Un ejemplo de lo mencionado anteriormente sería el sistema desarrollado en la universidad de Split. Aquí desarrollaron un sistema experto el cual era capaz de detectar talento en jóvenes que practicaban diferentes deportes con sus modalidades. En este caso iban un paso mas allá puesto que no solo jugaban con el conocimiento extraído del experto, si no que generaban una serie de pesos para sus reglas en conjunto de una solución ya hecha en los deportes. Esto llevó a lograr una aplicación en tiempo real mediante una página web en la cual cualquiera podría realizar consultas acerca de si una persona podría ser talentosa. A pesar de todos los esfuerzos en el propio artículo mencionan que no hay una respuesta definitiva y completa a la pregunta.

Por tanto nos encontramos ante la siguiente pregunta ¿Cómo nos podríamos aprovechar los sistemas basados en conocimiento, sistemas de apoyo a la decisión y todo lo mencionado anteriormente en un campeonato de esgrima? Bien pues la respuesta es desarrollar un sistema de apoyo a la toma de decisión, ayudado de un sistema basado en el conocimiento. Esto nos permitirá tener una visión mas en el campo de batalla, donde nuestras capacidades para tomar decisiones están limitadas, ya sea por cansancio físico, presión del momento, etc. Esto no sustituirá a un entrenador, puesto que hay cosas subjetivas y que requieren de un mayor contexto que se le pueda dar al sistema, además de la *intuición* que se tiene en esos momentos pero si nos servirá para tener una visión más de lo que se puede hacer, que en la mayoría de los casos nos hará falta. A pesar de todo esto recordamos que no tomará la decisión por nosotros, sino que nos aconsejará y será el usuario final el que deba tomar la decisión.

3.2.3. Machine Learning

Machine Learning (ML) es una disciplina científica que se encuentra dentro de la Inteligencia Artificial en la cual se crean sistemas que aprenden automáticamente. Entendemos por aprender como la detección de patrones complejos en gran cantidad de datos. En este caso, quien aprenderá será un algoritmo que revisará los datos y será capaz de predecir comportamientos en un futuro.

Dentro del Machine Learning tenemos dos tipos de aprendizajes:

- **Aprendizaje supervisado:** En este tipo tendremos una serie de datos de entrenamiento los cuales habrán sido etiquetados previamente. Con este tipo de aprendizaje tendremos clasificadores automáticos sin tener que programarlos. Podremos elegir la forma que tendrán.
- **Aprendizaje no supervisado:** Este tipo de aprendizaje es el recurrido cuando los datos que tenemos no están etiquetados para el entrenamiento. Es por esta razón por la que se procura encontrar algún patrón que simplifique el análisis.

Usaremos diferentes técnicas de ML para obtener conocimiento de una base de datos, de este modo podremos reforzar nuestro sistema basado en el conocimiento, haciendo de este un sistema mucho mas completo.

3.2.4. Base de datos y Web Scrapping

Ante la inexistencia de una base de datos con datos relevantes para el propósito de este proyecto se decide generar una propia como ya se hizo previamente en el experimento mencionado anteriormente del DSS para los entrenamientos. En su caso los datos fueron generados mediante varios sensores y datos de entrenamientos apuntados por ellos mismos. En nuestro caso generaremos nuestra propia base de datos mediante la obtención de estos mismo a través de internet. Para ello consultaremos las pertinentes páginas y se usará un proceso de automatización de recogida de datos como es Web Scrapping.

Web Scrapping es un proceso de automatización para la recolección de datos de la web. Las páginas más accesibles para ser scrapeadas serán aquellas cuyo lenguaje se ejecute en el cliente como es el caso de HTML o XML, es decir, aquellos en el que se descargue el código fuente y lo interprete el navegador. Para ello primero se descarga el código fuente de la página de la que queremos obtener los datos para después navegar por ella y obtener la información que nos sea necesaria. Además, podremos seguir navegando, visitando otros enlaces de la propia página e interactuar con ella como si fuera un humano quien la visitara desde su computador. Un ejemplo se puede ver en la aplicación que hicieron para un sistema que te ayudara a encontrar trabajo en el cual utilizaban redes bayesianas y scrapeaban los datos que necesitaban para generar la base de datos de la cual pudieron generar las redes bayesianas y después entrenarlas.

PROPUESTA

En este capítulo se hablará sobre como se ha desarrollado el proyecto. Para ello primero hablaremos de la metodología utilizada para después pasara a explicar cuál fue el proceso de desarrollo del sistema.

4.1. METODOLOGÍA

Para poder escoger una buena metodología tenemos que saber de los recursos que disponemos además de cuales son nuestros objetivos (funciones a desarrollar en que tiempo). Previamente se hablo de los objetivos pero un resumen de ellos sería desarrollar una aplicación, con la mayor accesibilidad posible para ayudar al mundo de la esgrima. Para ello se llegó a la conclusión de que se desarrollaría un sistema de apoyo a la decisión el cuál tendría una interfaz web, de este modo se podría acceder a ella desde cualquier sitio con internet. Este proyecto ha de desarrollarse en un periodo de tiempo de unas 300 horas aproximadas por lo que no podremos llegar a desarrollarlo por completo, de modo que este será un factor importante a la hora de elegir la metodología. La que escojamos deberá favorecer el trabajo en funcionalidades completas, de modo que cada vez que se empiece una, se deberá acabar.

Otra cosa a tener en cuenta son los recursos de los que se dispone. En este caso se dispone de un desarrollador el cual hará a su vez de Ingeniero del Conocimiento. También se dispone de un experto en la materia, cuyas horas no serán contabilizadas. Además dichas personas no están a tiempo completo dedicadas al proyecto, solo podrán dedicarle tiempo de forma ocasional. Esto hace que sea mas complicado el desarrollo del mismo, por lo que no se podrán tener varias funcionalidades abiertas sin acabar.

Además sabemos cual es nuestro punto de partida, al igual que nuestra meta, pero el camino es en su mayoría incierto. Esto hará que sea realmente difícil definir una serie de tareas, con pasos a seguir, las cuales tengan una duración estimada fiable.

Por todo lo mencionado anteriormente deberemos escoger una metodología de desarrollo ágil, la cual nos permita adaptarnos a los posibles cambios e inconvenientes que vayan surgiendo en el propio desarrollo. También deberemos escoger una metodología incremental, la cuál nos permitirá aumentar los objetivos de la aplicación en cualquier momento del desarrollo.

4.2. EXTREME PROGRAMMING

La metodología utilizada ha sido eXtreme Programming (XP en adelante). Esto es debido a que es una metodología iterativa-incremental la cual permite el desarrollo de aplicaciones de modo que en cada iteración aumente la funcionalidad de la misma. Una de las principales ventajas que nos ofrece es su cercanía a la improvisación. Como se dijo antes necesitaremos una metodología la cual nos permita improvisar, puesto que desconocemos el camino a seguir. XP también nos facilita el incremento de

funcionalidades con el paso del tiempo, puesto que se centra en sacar versiones estables del proyecto y no pasar a la siguiente hasta que no este estable.

4.2.1. Valores

Los valores que se defienden en esta metodología son los siguientes:

- **Simplicidad:** Esta es la base de XP. Cuanto mas simple sea el diseño, mas sencillo será de programarlo. Es por esto por lo que deberemos tener especial atención a las definiciones de los problemas. Para ayudar a un código sencillo se facilitará la refactorización de código cuanto sea necesario en cada iteración. De este modo no generaremos un código muy complejo según añadamos funcionalidades. La documentación del código no deba ser muy extensa ya que un buen código estará autodocumentado y se entenderá por si mismo.
- **Comunicación:** Reforzando el anterior apartado, la comunicación ha de ser sencilla. Evitar los comentarios en el código y mejorar este para que se explique automáticamente es algo fundamental. Por otro lado el desarrollo de test unitarios facilita la comunicación, puesto que estos explicarán de una manera muy clara los casos de uso.
- **Retroalimentación:** En esta metodología el cliente está muy implicado. Los tiempos en los que se hacen desarrollo y se entrega al cliente son muy cortos, de modo que se pueden comprobar funcionalidades poco después de desarrollarlas. De este modo evitaremos en gran medida los desarrollos que después de enseñárselos al cliente se desechan.
- **Valentía:** Para esta metodología tenga éxito hay que ser valiente tomando decisiones para que el diseño no se complique demasiado, puesto que esto conllevaría mayor tiempo de desarrollo, lo cual haría verse comprometida la faceta de entregas en poco tiempo.
- **Respeto:** Todos los miembros del equipo han de ser respetados. Todos los miembros del equipo aportan algo a él y no funcionaría sin ellos. Desde la dirección se respetará a dar responsabilidades a cada uno de los miembros.

4.2.2. Características

Lo que caracteriza a esta metodología es lo siguiente:

- **Desarrollo iterativo e incremental:** pequeñas mejoras, unas tras otras.
- **Pruebas unitarias continuas,** frecuentemente repetidas y automatizadas, incluyendo pruebas de regresión. Se aconseja escribir el código de la prueba antes de la codificación. Véase, por ejemplo, las herramientas de prueba JUnit orientada a Java, DUnit orientada a Delphi, NUnit para la plataforma.NET o PHPUnit para PHP. Estas tres últimas inspiradas en JUnit, la cual, a su vez, se inspiró en SUnit, el primer framework orientado a realizar tests, realizado para el lenguaje de programación Smalltalk.epeñas mejoras, unas tras otras.
- **Programación en parejas:** se recomienda que las tareas de desarrollo se lleven a cabo por dos personas en un mismo puesto. La mayor calidad del código escrito de esta manera -el código es revisado y discutido mientras se escribe- es más importante que la posible pérdida de productividad inmediata.
- **Integración del equipo de programación con el cliente o usuario.** Se recomienda que un representante del cliente trabaje junto al equipo de desarrollo.

- **Corrección de todos los errores** antes de añadir nueva funcionalidad. Hacer entregas frecuentes.
- **Refactorización del código** reescribir ciertas partes del código para aumentar su legibilidad y mantenibilidad pero sin modificar su comportamiento. Las pruebas han de garantizar que en la refactorización no se ha introducido ningún fallo.
- **Propiedad del código compartida:** en vez de dividir la responsabilidad en el desarrollo de cada módulo en grupos de trabajo distintos, este método promueve el que todo el personal pueda corregir y extender cualquier parte del proyecto. Las frecuentes pruebas de regresión garantizan que los posibles errores serán detectados.
- **Simplicidad en el código:** es la mejor manera de que las cosas funcionen. Cuando todo funcione se podrá añadir funcionalidad si es necesario. La programación extrema apuesta que es más sencillo hacer algo simple y tener un poco de trabajo extra para cambiarlo si se requiere, que realizar algo complicado y quizás nunca utilizarlo.

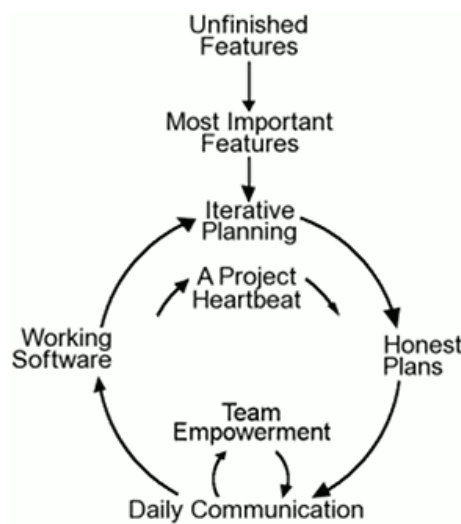


Figura 4.1: Desarrollo SE

4.3. ITERACIONES

fdasfdasdfs

4.4. SISTEMA EXPERTO

En este apartado se tratarán los pasos que se tienen que seguir para desarrollar un sistema experto. En la figura 3.1 se puede ver cual es el ciclo de vida para la creación y mantenimiento de un software como el mencionado anteriormente.

A continuación se enumeran los pasos específicos para la creación del sistema experto.

1. Características del sistema experto
2. Estudio de viabilidad
3. Adquisición del conocimiento

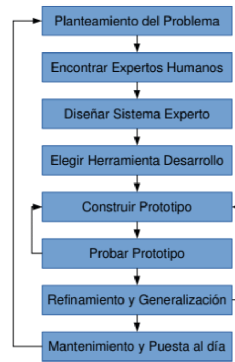


Figura 4.2: Desarrollo SE

4. Implantación

5. Evaluación y pruebas

4.4.1. Características del sistema experto

Ante la situación de querer desarrollar un sistema experto lo primero que se tendrá que hacer será definir el alcance y los límites de dicho sistema. Esto quiere decir que habrá que indicar que cubre y que no nuestro sistema experto. De esta forma sabremos cuales son sus limitaciones y en un futuro que se podrá ampliar.

Aquí se definirán las características del problema al que nos enfrentamos. La intención de este apartado es conocer cuál es la naturaleza del problema y que objetivos se pretenden cumplir de manera que se sepa como va a ayudar nuestro sistema experto a la solución de dichos problemas. Para ello habrá una interacción entre el ingeniero de conocimiento y el experto. El experto será quien enseñe al ingeniero una serie de casos y será este último el que se encargue de desarrollar un primer enfoque del problema. Dentro de estas interacciones serán las mas comunes que el ingeniero le muestre el conocimiento adquirido y el experto le ayude a refinar y aclarar los posibles errores. De esta manera y con las iteraciones que sean necesarias se acabará llegando a una descripción lo mas real posible.

4.4.2. Estudio de viabilidad

Una vez que se ha definido el alcance del sistema experto deberá hacerse un estudio previo a la implementación para conocer la viabilidad de este sistema desde un punto de vista computacional. Para ello se hará un estudio de viabilidad. En este caso se utilizará el test de SLAGEL. Este estudio establecerá si el proyecto cumple con las estas características:

- **Plausible:** Determina si es posible resolver el problema desde el punto de vista de la ingeniería del conocimiento.
- **Justificable:** Analiza si está justificado el desarrollo del sistema desde la perspectiva de la ingeniería dle conocimiento, se basa en temas como la necesidad del sistema y la inversión a realizar.
- **Adecuado:** Establece si el problema a resolver está dentro del marco de la ingeniería del conocimiento, existen problemas que son más adecuados resolverlos por métodos tradicionales.
- **Éxito:** Determina las probabilidades de éxito del sistema a desarrollar, es una estimación

El método del test de SLAGEL se define en el Anexo A.

4.4.3. Adquisición del conocimiento

Uno de los pilares y por lo general con mayor complejidad a la hora de implementar un sistema experto es obtener el conocimiento, el cual suele ser a través de un experto, para después volcarlo en el sistema experto. Para ello hay muchos métodos y herramientas entre las cuales se encuentran la entrevista, observación y creación de escenarios.

La adquisición del conocimiento trata de que las personas que no son expertas en la materia donde se va a implementar el sistema experto, obtengan el conocimiento necesario para ser capaces de resolver problemas de diferentes fuentes. El proceso de obtención del conocimiento sigue varias etapas las cuales se resumen en las siguientes:

- Primeras reuniones con los expertos y evaluación de la viabilidad del proyecto.
- Extracción de conocimientos, a partir de la documentación disponible, como por ejemplo libros, conferencias, internet, etc.
- Deducción de conocimientos a partir de los expertos.

Además se logra la familiarización del Ingeniero del Conocimiento en el contexto en el que se va a trabajar. Se busca en las primeras reuniones describir conocimientos generales, así como afianzarse con la terminología.

La estructura de las entrevistas junto a casos de entrevistas se define en el anexo B.

Después de obtener el conocimiento será definir unas estructuras para poder organizarlo. Será en esta etapa donde el ingeniero del conocimiento decide que estructuras serán las mas adecuadas para este sistema experto, eso si, previamente tiene que estar perfectamente definido el problema en toda su magnitud, sin haber hecho referencia a técnicas de programación o solo habiendo tenido en cuenta métodos exitosos en IA. Con estructura adecuada se hace referencia aquella que da una solución total o parcial al problema analizado previamente. Una de las diferentes responsabilidades del ingeniero de conocimiento será analizar situaciones tipo y a partir de ellas extraer las reglas que serán las que describan el conocimiento del experto en la materia.

4.4.4. Implantación

Desarrolla la transformación de los conocimientos representados en el modelo formal en un modelo computable.

Será en esta etapa en la que se elaboren las reglas que lleven el conocimiento adquirido previamente. Se utilizarán las herramientas y técnicas predeterminadas para implementar un prototipo del sistema. Este prototipo será utilizado para probar y evaluar los avances que se hacen en el proyecto. Se volverá a etapas anteriores en caso de que el resultado no sea satisfactorio para poder perfeccionarlo. Cuando haya alcanzado un grado optimo de satisfacción como para poder ser ejecutado, el sistema experto estará listo para ser probado.

4.4.5. Evaluación y pruebas

En esta fase se establece el grado de experiencia que adquirió el sistema. Cualquier experto en la materia, hayan o no participado en el proyecto, se comprometen a evaluar la capacidad del sistema. Estos expertos trataran de entrever la calidad de dicho sistema asistiendo en diferentes casos de problemas que tendrá que resolver el software. Otra de las cosas que tendrán que evaluar será la amplitud que posee el repositorio de casos y como el sistema experto guía su uso.

Una vez el sistema sea capaz de llevar a cabo el mismo trabajo que haría un especialista podremos decir que está preparado.

4.4.6. Motor de inferencia

El sistema experto que se va a desarrollar siguiendo la metodología anterior va a funcionar sobre un motor de inferencia desarrollado para tal fin, el motor de inferencia se basa en el motor implementado para CLIPS y a continuación se van a detallar las características de dicho motor.

Algoritmo de selección de reglas aplicables en CLIPS

- Elegir la regla aplicable con máxima prioridad.
- Elegir la regla según estrategia de resolución de conflictos.
- Elegir de forma arbitraria.

Estas son las estrategias definidas en el motor de inferencia de CLIPS para la selección de reglas aplicables o activas son varias:

- **Depth Strategy (estrategia por defecto).** Una activación que contiene el hecho más reciente se sitúa por encima de las activaciones con igual o mayor antigüedad.
- **Breadth Strategy.** Una activación que contiene el hecho más reciente se sitúa por debajo de las activaciones con igual o mayor antigüedad.
- **Complexity Strategy.** Las nuevas activaciones se sitúan por encima de las activaciones con igual o menor especificidad (no de comparaciones que han de realizarse en el antecedente una la regla).
- **Simplicity Strategy.** Las nuevas activaciones se sitúan por debajo de las activaciones con igual o mayor especificidad.
- **LEX Strategy.** Se ordenan los time-tag en orden decreciente y se comparan uno a uno, hasta encontrar uno mayor que otro, en caso de que no haya el mismo número de time-tag se añaden ceros al final.
- **MEA Strategy.** Parecido a LEX, pero mirando sólo el primer patrón que equipara en la regla.
- **Random Strategy.** A cada activación se le asigna un número aleatorio para determinar su orden en la agenda.

Definición de prioridades en CLIPS

- Asignar un valor de prioridad (entero positivo) a cada regla.
- En CLIPS se definen como propiedades de reglas.
- Se recomienda minimizar el uso de prioridades de reglas.

CAPÍTULO 5

EVALUACIÓN

5.1. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA EXPERTO

5.2. ESTUDIO DE VIABILIDAD

Se procederá a realizar un estudio de viabilidad basado en el test de SLAGEL, este test asigna pesos a una serie de características a evaluar divididas en diferentes categorías, después de los cálculos pertinentes se obtiene un porcentaje de viabilidad, para obtener un porcentaje real se procederá por último a normalizar el resultado obtenido, en el apartado anterior puede encontrarse la definición del método seguido para el cálculo del estudio de viabilidad.

Para poder entender el significado de las tablas se han usado los siguientes acrónimos EX: Expertos TA: Tarea DU: Directivos/Usuarios E: Esencial D: Deseable

Características de Plausibilidad

Tabla 5.1: Tabla con las características de plausibilidad

| Cat. | Iden | Peso | Valor | Denominación | Tipo |
|------|------|------|-------|---|------|
| EX | P1 | 10 | 10 | Existen Expertos | E |
| EX | P2 | 10 | 9 | El experto asignado es genuino | E |
| EX | P3 | 8 | 9 | El experto es cooperativo | D |
| EX | P4 | 7 | 8 | El experto es capaz de articular sus métodos pero no categoriza | D |
| TA | P5 | 10 | 9 | Existen suficientes casos de prueba; normales, típicos, ejemplares, correosos, etc | E |
| TA | P6 | 10 | 9 | La tarea está bien estructurada y se entiende | D |
| TA | P7 | 10 | 9 | Solo requiere habilidad cognoscitiva (no pericia física) | D |
| TA | P8 | 9 | 8 | No se precisan resultados óptimos sino sólo satisfactorios, sin comprometer el proyecto | D |
| TA | P9 | 9 | 7 | La tarea no requiere sentido común | D |
| DU | P10 | 7 | 9 | Los directivos están verdaderamente comprometidos con el proyecto | D |

Fundamentos de plausibilidad

A continuación se fundamentan algunos de los valores elegidos para las características de Plausibilidad

P1: Actualmente se dispone de muchos expertos en el sector. Toda sala de esgrima tiene un maestro el cual es un experto, con mayor o menor experiencia, el cual transmite sus conocimientos

adquiridos con los años y los sucesos que vivió a sus alumnos. Por lo tanto podríamos decir que hay al menos un experto por sala de esgrima.

- P3:** El experto escogido tiene especial interés en el proyecto, puesto que serviría de gran ayuda para sus alumnos en competencias dado que actualmente es el único en poder dar apoyo a estos en esas situaciones.
- P7:** Unicamente se requiere el conocimiento suficiente y experiencia en competición para poder identificar las acciones del rival para poder decidir que acciones llevar a cabo de manera que se contrarresten las del rival.
- P9:** Al ser una serie de casos con unas entradas y salidas bien definidas, no requiere de un gran ingenio poder llevar a cabo la decisión, una vez tengamos todos los casos, o el mayor número de estos posibles, identificados.

Características de justificación

Tabla 5.2: Tabla con las características de justificación

| Cat. | Iden | Peso | Valor | Denominación | Tipo |
|------|------|------|-------|---|------|
| EX | J1 | 10 | 9 | El experto no esta disponible | E |
| EX | J2 | 10 | 8 | Hay escasez de experiencia humana | D |
| TA | J3 | 8 | 9 | Existe la necesidad de experiencia simultánea en muchos lugares | D |
| TA | J4 | 10 | 7 | Necesidad de experiencia en entornos hostiles, penosos y/o poco gratificantes | D |
| TA | J5 | 8 | 9 | No existen soluciones alternativas admisibles | E |
| DU | J6 | 10 | 9 | Se espera una alta tasa de recuperación de la inversión | D |
| DU | J7 | 10 | 9 | Resuelve una tarea útil y necesaria | E |

Fundamentos de justificación A continuación se fundamentan algunos de los valores elegidos para las características de justificación

- J1:** En competencias, sobre todo regionales y clubes pequeños, el experto no suele estar disponible puesto que en la mayoría de las ocasiones tiene otras labores como directorio técnico o incluso ser el mismo un participante mas de la competición. En el mejor de los casos de que no tenga ninguan de estas labores lo normal será que tenga a varios alumnos que atender a la vez, por lo que será una situación común que no esté libre.
- J3:** Se puede dar el caso de que dos alumnos de un mismo maestro tengan un asalto en el mismo instante. Este no podrá estar en ambos sitios a la vez y tampoco es aconsejable estar poco tiempo en uno, después ir al otro y así sucesivamente, por lo que se ve la necesidad de este conocimiento en el mismo instante en distintos lugares.
- J7:** Al resolver la tarea de las incertidumbres sobre que hacer en cada una de las situaciones será mas accesible el deporte para aquellos que estén empezando, puesto que no generará esos sentimientos de frustración por no saber que hacer.

Características de adaptación**Tabla 5.3:** Tabla con las características de adaptación

| Cat. | Iden | Peso | Valor | Denominación | Tipo |
|------|------|------|-------|---|------|
| EX | A1 | 5 | 8 | La experiencia del experto está poco organizada | D |
| TA | A2 | 6 | 9 | Tiene valor práctico | D |
| TA | A3 | 7 | 9 | Es una tarea más táctica que estratégica | D |
| TA | A4 | 7 | 10 | La tarea da soluciones que sirvan de necesidades a largo plazo | E |
| TA | A5 | 5 | 8 | La tarea no es demasiado fácil, pero es de conocimiento intensivo, tanto propio del dominio, como de manipulación de la información | D |
| TA | A6 | 6 | 9 | Es de tamaño manejable, y/o es posible un enfoque gradual y/o, una descomposición en subtareas independientes | D |
| EX | A7 | 7 | 9 | La transferencia de experiencia entre humanos es factible (experto a aprendiz) | E |
| TA | A8 | 6 | 6 | Estaba identificada como un problema en el área y los efectos de la introducción de un SE pueden planificarse | D |
| TA | A9 | 9 | 8 | No requiere respuestas en tiempo real “Inmediato” | E |
| TA | A10 | 9 | 8 | La tarea no requiere investigación básica | E |
| TA | A11 | 5 | 8 | El experto usa básicamente razonamiento simbólico que implica factores subjetivos | D |
| TA | A12 | 5 | 8 | Es esencialmente de tipo heurístico | D |

Fundamentos de adaptación A continuación se fundamentan algunos de los valores elegidos para las características de adaptación

- A1:** Actualmente el experto no tiene ningún sistema en el que se pueda consultar su experiencia, no hay nada documentado por lo tanto no hay organización alguna.
- A4:** En este caso el sistema no solo sirve para ayudar en el instante que se consulta, si no que también sirve para transmitir dicho conocimiento al deportista, logrando así una mayor comunidad con conocimiento básico sobre el deporte. De este modo con el paso del tiempo será mas fácil que el conocimiento se pueda expandir
- A6:** Puesto que los ataques pueden ser compuestos, se podrán hacer enfoques graduales en los que se lleven a cabos pensamientos y acciones con mayor profundidad, pudiendo dar estos lugar a acciones mas complejas. De igual manera se podrá hacer de una manera mas sencilla en función de las cualidades del tirador.
- A7:** Es algo tan factible como que se lleva haciendo durante mucho tiempo, puesto que son los maestros de esgrima (expertos) quienes pasan su experiencia a sus alumnos a diario en las clases que se imparten.
- A9:** Antes de empezar un asalto de esgrima se ha de tener clara la táctica a seguir, por lo que no serviría de nada reinventarse en mitad del asalto. Por lo tanto se puede llegar a la conclusión de que no es necesaria una respuesta inmediata ya que entre asaltos como mínimo hay un minuto de descanso, tiempo mas que suficiente para obtener una respuesta.
- A11:** Algunas de las características que se comparan entre tiradores son totalmente objetivas, como la altura, pero otras como la experiencia la rapidez y la frialdad serán cosas subjetivas que se han de percibir.

Características de éxito

Tabla 5.4: Tabla con las características de éxito

| Cat. | Iden | Peso | Valor | Denominación | Tipo |
|------|------|------|-------|--|------|
| EX | E1 | 8 | 9 | No se sienten amenazados por el proyecto, son capaces de sentirse intelectualmente unidos al proyecto | D |
| EX | E2 | 6 | 9 | Tienen un brillante historial en la realización de esta tarea. | D |
| EX | E3 | 5 | 6 | Hay acuerdos en lo que constituye una buena solución a la tarea | D |
| EX | E4 | 5 | 8 | La única justificación para dar un paso en la solución es la calidad de la solución final | D |
| EX | E5 | 6 | 9 | No hay un plazo de finalización estricto, ni ningún otro proyecto depende de esta tarea | D |
| TA | E6 | 7 | 10 | No está influenciada por vaivenes políticos | E |
| TA | E7 | 8 | 5 | Existen ya SSEE que resuelvan esa o parecidas tareas | D |
| TA | E8 | 8 | 7 | Hay cambios mínimos en los procedimientos habituales | D |
| TA | E9 | 5 | 9 | Las soluciones son explicables o interactivas | D |
| TA | E10 | 7 | 8 | La tarea es de I+D de carácter práctico, pero no ambas cosas simultáneamente. | E |
| DU | E11 | 6 | 8 | Están mentalizados y tienen expectativas realistas tanto en alcance como en las limitaciones | D |
| DU | E12 | 7 | 9 | No rechazan de plano esta tecnología | E |
| DU | E13 | 6 | 8 | El sistema interactúa inteligente y amistosamente con el usuario | D |
| DU | E14 | 9 | 9 | El sistema es capaz de explicar al usuario su razonamiento | D |
| DU | E15 | 8 | 9 | La inserción del sistema se efectúa sin traumas; es decir, apenas se interfiere en la rutina cotidiana de la empresa | D |
| DU | E16 | 6 | 9 | Están comprometidos durante toda la duración del proyecto, incluso después de su implementación | D |
| DU | E17 | 8 | 8 | Se efectúa una adecuada transferencia tecnológica | E |

Fundamentos de éxito A continuación se fundamentan algunos de los valores elegidos para las características de éxito.

E1: La idea de llevar a cabo este proyecto fue totalmente respaldada por el experto una vez que se comentó, involucrandose y formando parte de él desde el primer momento.

E9: Todas las soluciones se pueden explicar argumentando los motivos que da el experto por las que fueron tomadas, de tal manera que el usuario sea capaz de entenderlas.

Resultado

En la siguiente tabla se muestra el resultado de la evaluación de las diferentes dimensiones siguiendo las fórmulas enunciadas en el test de SLAGEL. Una vez evaluadas dichas dimensiones se obtiene la media y se normaliza el valor, es decir, se expresa en tanto por ciento.

Tabla 5.5: Resultados de viabilidad

| Característica | π (Valor total) | π (Peso total) | Resultado | Resultado VC | Resultado máximo |
|----------------|---------------------|--------------------|---------------------------|--------------|------------------|
| Plausibilidad | 3,1752e9 | 2,38085568e9 | $(7,559692955e18)^{1/10}$ | 77.24 | 86.63 |
| Justificación | 3,584e6 | 3,31e6 | $(1,18e13)^{1/7}$ | 73.73 | 85.37 |
| Adecuación | 3,75e9 | 1,03e11 | $(3,87e20)^{1/12}$ | 51.95 | 82.75 |
| Éxito | 9,83e13 | 2,96e15 | $(2,91e29)^{1/17}$ | 54.59 | 81.30 |
| VC Total | | | | 64.38 | |
| VC Normalizado | | | | 76.63 | |

Conclusión

El porcentaje obtenido en la evaluación es suficiente como para seguir adelante con el proyecto, además si normalizamos el porcentaje sube hasta el 76.63 %, porcentaje mas que suficiente para confiar en la viabilidad del proyecto.

5.3. ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO

En las primeras entrevistas que se realizaron con los expertos y posibles usuarios del Sistema Experto, en nuestro caso el maestro de esgrima Juan Lomas Rayego (experto) y tiradores de la sala de esgrima del club Espadas de Calatrava de Ciudad Real, sirvieron para recoger los diferentes requerimientos, requisitos funcionales del sistema, necesidades de los usuarios del futuro sistema y lo que los usuarios esperan del mismo.

El siguiente paso en el proceso de adquisición ha sido el estudio de la documentación existente. En este estudio se ha conseguido aprender sobre los diferentes tipos de movimientos y acciones del deporte.

Y en el último paso de la adquisición del conocimiento se han obtenido los conocimientos privados de los expertos. Proceso de interacción de un experto humano en el propósito de construir un sistema Experto. Estos procesos se realizaron en forma de entrevistas abiertas y semiestructuradas.

En el anexo III se define la estructura de las entrevistas y se detallan algunas de las diferentes entrevistas que se realizaron.

5.4. BASE DE DATOS

Ante la nula información almacenada de una forma estructurada se ha tenido que buscar diversas maneras de obtener y almacenar la información, estructurarla y tratarla para poder sacar conocimiento de ella.

En la página de la federación internacional de esgrima (FIE) se almacenan los resultados de las competiciones de los últimos tiempos. De ahí se puede obtener los resultados de cada competición tanto como del ranking general, pasando por la fase de poules y acabando con los tabloneros eliminatorios de estos mismos. Viendo toda esta información almacenada se decide extraer y guardar dicha información. Para la extracción se utilizarán técnicas de scrapping web mediante la cual se descarga la página y se obtiene su contenido para tratarlo. En este caso navegamos por dicha página y una vez

obtenida la información la guardamos en nuestra BBDD. Puesto que no está del todo estructurada tendremos que ir almacenando dicha información en diferentes BBDD y después juntarlas.

5.4.1. Obtención BBDD

La primera BBDD que generaremos será aquella en la que guardaremos la información básica de los asaltos. Para ello guardaremos el ID de la competición, el número de tablón en el que se efectuó el asalto, ID del primer tirador, ID del segundo tirador, tocos obtenidos por el primer tirador y tocos obtenidos por el segundo tirador.

Tabla 5.6: Estructura BBDD asaltos inicial

| Nombre de Campo | Tipo de campo | Ejemplo |
|-------------------|---------------|-------------------------------|
| CompetitionID | Texto | 2019-64 |
| Tableu | Entero | 32 |
| Competitor1 | Texto | /fencers/Anna-KOROLEVA-40351/ |
| Competitor2 | Texto | /fencers/Kira-KESZEI-49034/ |
| ResultCompetitor1 | Texto | V/15 |
| ResultCompetitor2 | Texto | D/3 |

El siguiente paso que tendremos que dar será obtener la información de los tiradores para ello se visitará la página correspondiente. Un ejemplo de página que almacena la información de un tirador sería el siguiente <http://fie.org/es/fencers/Mario-PERSU-31870> como se puede observar el final de la URL es el mismo que el identificador almacenado en la anterior tabla. De modo que explorando la anterior BBDD podremos visitar las páginas de cada tirador almacenado y de ese modo generar una nueva BBDD con toda la información de cada uno de ellos. En dicha BBDD tendremos su identificador, edad, ranking (si lo tuvieran), nacionalidad, mano usada y arma.

Tabla 5.7: Estructura BBDD tiradores

| Nombre de Campo | Requerido | Tipo de campo | Ejemplo |
|-----------------|-----------|---------------|----------------------|
| competitorID | Si | Texto | ADRIANA-MILANO-36467 |
| Age | Si | Entero | 21 |
| FieRanking | No | Entero | 300 |
| HandNess | Si | Texto | Right |
| Weapon | Si | Texto | Epée |

Una vez obtenidos todos los datos referentes a los tiradores tendremos que cruzar las dos tablas mencionadas anteriormente de modo que tengamos toda la información en una sola BBDD. Esta última BBDD tendrá la información de la primera, sustituyendo las columnas de ID de cada tirador por su registro correspondiente en la anterior tabla.

De modo que la estructura será la siguiente

Tabla 5.8: Estructura BBDD asaltos

| Nombre de Campo | Tipo de campo | Ejemplo |
|-----------------|---------------|---------------------------|
| CompetitionID | Texto | 2019-176 |
| TABLEU | Entero | 32 |
| C1_ID | Texto | Sergey-KHODOS-13869 |
| C1_RANKING | Entero | 22 |
| C1_NATIONALITY | Texto | RUSSIA |
| C1_HANDNESS | Texto | Right |
| C1_WEAPON | Texto | Epée |
| C2_ID | Texto | Laurin-EGGENSCHWILER-5966 |
| C2_RANKING | Entero | 34 |
| C2_NATIONALITY | Texto | SWITZERLAND |
| C2_HANDNESS | Texto | Right |
| C2_WEAPON | Texto | Epée |
| C2_ID | Texto | Laurin-EGGENSCHWILER-5966 |
| C1_RESULT | Texto | V/15 |
| C2_RESULT | Texto | D/3 |

Después de todo esto habría que tratar de preprocesar los datos para que sean lo mas fáciles de tratar posibles. Para ello se decidió coger aquellos campos de tipo texto que se pudieran transformar a enteros directamente y se modificaron.

Para ello se ha decido transformar la mano del tirador en un booleano, donde 0 indica izquierda y 1 derecha. También se ha transformado el tipo de arma tal que 0 es espada, 1 florete y 2 sable. De este modo hemos conseguido el mayor número de campos tipo número posible. Mas adelante se vió como se podía tratar el campo de resultado de manera que se eliminara la descripción que daba sobre si fue victoria o derrota quedandose solo con los puntos alcanzados. Para indicar quien fue el ganador del encuentro se creó un nuevo campo llamado "WINNER".^{el} cual será de tipo entero y almacenará un 1 en caso de que haya ganado el tirador 1 y un 2 en caso de que haya ganado el tirador 2. En la siguiente tabla tenemos la correspondencia.

Tabla 5.9: Tabla correspondencia transformación valores BBDD

| Campo | Valor antiguo | Valor nuevo |
|----------|---------------|-------------|
| Handness | Left | 0 |
| | Right | 1 |
| Weapon | Epee | 0 |
| | Foil | 1 |
| | Sabre | 2 |

5.4.2. Descripción BBDD

Con estos últimos cambios la BBDD quedaría tal que:

Significando cada uno de sus campos lo siguiente:

- **CompetitionID:** Identificador de la competición.
- **TABLEU:** Tablón (ronda) en el que se disputaba el asalto.
- **C1_ID:** Identificador mediante el cual podremos buscar al tirador número uno del asalto.
- **C1_RANKING:** Ranking internacional del primer tirador del asalto.

Tabla 5.10: Estructura BBDD asaltos

| Nombre de Campo | Tipo de campo | Ejemplo |
|-----------------|---------------|---------------------------|
| ComptetitionID | Texto | 2019-176 |
| TABLEU | Entero | 32 |
| C1_ID | Texto | Sergey-KHODOS-13869 |
| C1_RANKING | Entero | 22 |
| C1_NATIONALITY | Texto | RUSSIA |
| C1_HANDNESS | Texto | Right |
| C1_WEAPON | Texto | Epée |
| C2_ID | Texto | Laurin-EGGENSCHWILER-5966 |
| C2_RANKING | Entero | 34 |
| C2_NATIONALITY | Texto | SWITZERLAND |
| C2_HANDNESS | Entero | 0 |
| C2_WEAPON | Entero | 0 |
| C1_RESULT | Entero | 15 |
| C2_RESULT | Entero | 3 |
| WINNER | Entero | 1 |

- **C1_NATIONALITY:** Nacionalidad del primer tirador del asalto.
- **C1_HANDNESS:** Mano usada por el primer tirador del asalto. Siendo 0 el equivalente a diestro mientras que 1 el equivalente a zurdo.
- **C1_WEAPON:** Mano usada por el primer tirador del asalto. Siendo 0 el equivalente a espada, 1 a florete y 2 a sable.
- **C2_ID:** Identificador mediante el cual podremos buscar al tirador número dos del asalto.
- **C2_RANKING:** Ranking internacional del segundo tirador del asalto.
- **C2_NATIONALITY:** Nacionalidad del segundo tirador del asalto.
- **C2_HANDNESS:** Mano usada por el segundo tirador del asalto. Siendo 0 el equivalente a diestro mientras que 1 el equivalente a zurdo.
- **C2_WEAPON:** Mano usada por el segundo tirador del asalto. Siendo 0 el equivalente a espada, 1 a florete y 2 a sable.
- **C1_RESULT:** Puntos obtenidos por el primer tirador del asalto.
- **C2_RESULT:** Puntos obtenidos por el segundo tirador del asalto.
- **WINNER:** Marca el ganador del asalto, siendo 0 el primero y 1 el segundo.

5.4.3. Modo de empleo

El modo de empleo de esta BBDD será para generar un árbol de decisión con el cual se podrá hacer un pronóstico. De esta manera el sistema experto tendrá una fuente mas de datos mediante la cual podrá decidir una táctica u otra en función de los resultados.

ANEXO A

TEST DE SLAGEL

pendiente escribir

ENTREVISTAS

Fecha:

Hora:

Lugar:

Asistentes:

Conocimiento anterior a la entrevista: Síntesis del conocimiento obtenido de las entrevistas anteriores.

Objetivos de la entrevista: El objetivo que se pretende alcanzar con la entrevista.

Fuentes de conocimiento: Personas de las cuales se obtiene el conocimiento o lo que es lo mismo, las personas que van a ser entrevistadas.

Modo: Entrevista estructurada o parcialmente estructurada. Para identificación de dichos errores.

Planteamiento de la sesión: En este apartado se muestran las preguntas que se desean realizar para obtener el conocimiento.

Resultado de la sesión: Aquí se transcriben las respuestas obtenidas a las preguntas del planteamiento de la sesión.

Plan de análisis: Pasos a realizar para analizar.

Resultado del análisis: Resultado final de la entrevista.

A continuación se muestran algunas entrevistas realizadas a partir del formato anterior.

B.1. ENTREVISTA 1

Fecha: Jueves 20 de Abril de 2017.

Hora: 19:40

Lugar: Sala de armas Espada de Calatrava

Asistentes:

- Juan Lomas Rayego (Experto).
- Gregorio B. Patiño Esteo (IC).

Situación del análisis respecto al modelo general: Esta entrevista es la primera a realizar dentro del conjunto de entrevistas y diferentes técnicas para la adquisición del conocimiento necesario para realizar el prototipo de sistema experto (S.E). Esta será la primera entrevista por la que haremos preguntas muy generales y sobre la marcha iremos haciendo preguntas sobre las que tengamos dudas.

Conocimiento anterior a la entrevista: Puesto que es la primera de las entrevistas el conocimiento anterior es nulo, por tanto no tendremos conocimiento previo exceptuando el adquirido por la investigación previa, que es el sistema de puntaje y las normas.

Objetivos de la entrevista:

- (A) Identificar Las características en las que hay que fijarse en ambos tiradores para determinar la táctica.
- (B) Determinar las relaciones en estas características para saber la táctica a seguir.

Fuentes de conocimiento: Experto. La razón por la que se llevó a cabo esta elección es que además de ser entrenador es tirador y tiene bastantes años a sus espaldas que le respaldan, además de haber participado en el circuito nacional y haber asistido a varias concentraciones de la selección española como técnico. Por tanto ambos objetivos podrían cumplirse ya que con su experiencia como tirador podría identificar las características en las que habría que fijarse (objetivo A) y su conocimiento teórico adquirido como entrenador (con sus respectivos cursos y exámenes) podría relacionarlos para saber qué hacer en cada caso (objetivo B).

Modo: El modo en el que se hará la entrevista será abierta. Realizando preguntas bastante abiertas para que el experto pueda expresarse libremente y de esta manera adquirir el mayor glosario posible y además poder conocer cuáles pueden ser los casos. En caso de que el conocimiento sea adquirido de una buena forma podría empezarse a preguntar cosas más específicas sobre ciertas situaciones.

Planteamiento de la sesión: En este apartado se muestran las preguntas que se desean realizar para obtener el conocimiento.

- A1. ¿Qué es lo primero en lo que te fijas a la hora de planificar una táctica?
- A2. ¿Cómo determinas si tiene más distancia que tú?
- A3. ¿Cómo actúa la experiencia a la hora de determinar la táctica?
- A4. ¿Qué puedes decirme sobre el físico?
- B1. ¿Si tiene más distancia que tu como lo valoras?
- B2. ¿Qué puedes decirme sobre los puños franceses y anatómicos, ventajas y cómo actuar?
- B3. ¿Echar de la pista o ceder terreno?
- B4. ¿Ser agresivo o pasivo?

Resultado de la sesión: Aquí se transcriben las respuestas obtenidas a las preguntas del planteamiento de la sesión.

A1. ¿Qué es lo primero en lo que te fijas a la hora de planificar una táctica?
Si tiene más distancia, experiencia y físico.

B1. ¿Si tiene más distancia que tu como lo valoras?

Lo que hago es intentar usar técnicas que me permitan entra una técnica en una distancia en la que yo puedo tocar y el no, entonces lo que necesito es entrar con hierro o con segunda intención.

A2. ¿Cómo determinas si tiene más distancia que tú?

Por la altura suele ser un buen indicador otro es si lleva francesa y yo anatómica y luego haces una valoración.

A3 ¿Cómo actúa la experiencia a la hora de determinar la táctica?

Si es más joven que yo es una persona que no sabe mucho y se siente intimidado por mí por lo que intento ganarle más rápidamente, o si esta echado hacia delante lo espero, provoco que cometa errores y le gano en contra.

A4 ¿Qué puedes decirme sobre el físico? Si tiene más físico que yo, por ejemplo no puedo pretender ser más rápido que una persona que es más rápida que yo, entonces la técnica cambia, obviamente si él es más lento que yo quizás siendo más ofensivo es buena opción, si es más rápido que yo tengo que esperarme más o jugar con una segunda intención.

B2 ¿Qué puedes decirme sobre los puños franceses y anatómicos, ventajas y cómo actuar? Puño francés sus ventajas son alcance y poco más, actuaría con esgrima de poco contacto en hierro evitando el contacto con el rival y una distancia larga media siempre, favorece un mejor físico Anatómica pierdes distancia pero ganas puntería y tienes que entrar en una distancia media baja y necesita más técnica.

B3 ¿Echar de la pista o ceder terreno? Si veo que la otra persona no ataca, le llevo a final de pista y no puede moverse o le toco o se sale. Si me vuelvo loco y es una persona que para muy bien o que al contrataque va muy bien seguramente me meta muchos puntos, sin embargo, si tiene una esgrima de mucho más ímpetu dejo que ataque, le dejo corto y le doy después.

B4 ¿Ser agresivo o pasivo? Normalmente suelo ser más precavido por mi personalidad, pero hay veces que si eres agresivo puedes intimidar al otro como cuando tienen menos experiencia que tu o es más joven que tú, a esa gente hay que ganarle rápido antes de que pueda pensar nada. Que es alguien con más ímpetu que tú, dejas que se precipite y le ganas entonces eres más pasivo

Plan de análisis: Pasos a realizar para analizar.

- Identificar términos usados en la entrevista
- Identificar características tirador
- Comprender importancia y relación de las características de un tirador
- Aumentar glosario

Resultado del análisis: Resultado final de la entrevista. Términos:

- Distancia
- Experiencia
- Físico
- Altura
- Puño
- Francés
- Anatómico

- Técnica
- Agresividad
- Parada

Características de un tirador:

- Altura
- Físico
- Experiencia
- Juventud
- Agresivo

Relación características tirador:

Después de la entrevista se ha comprendido que el estado físico de una persona cobra importancia en la esgrima. Siendo este un factor importante pero no determinante, el cual se puede compensar de otras maneras, ya sea con experiencia u otras técnicas. Quizás la característica que destaca mas sobre el resto sería la experiencia, puesto que esta es la que te permitirá adaptarte dentro del asalto. De todas formas esto se afianzará en próximas entrevistas.

REGLAS DEL SISTEMA EXPERTO

A continuación se lista la plantilla y reglas utilizadas para el sistema experto.

```

1  ;-----
2  ;
3  ;     PLANTILLA
4  ;
5  ;-----
6
7
8
9  (deftemplate tirador
10 (slot id
11   (type SYMBOL)
12   (allowed-symbols yo el)
13   (default el)
14 )
15 (slot edad
16   (type INTEGER)
17 )
18 (slot altura
19   (type INTEGER)
20 )
21 (slot puño
22   (type SYMBOL)
23   (allowed-symbols frances anatomico)
24   (default frances)
25 )
26 (slot intimidado
27   (type SYMBOL)
28   (allowed-symbols si no)
29   (default no)
30 )
31 )
32 )
33
34 ;-----
35 ;
36 ;     REGLAS
37 ;
38 ;-----
39
40 (defrule cogerDatosTiradorEl "coger datos"
41
42   ?el <- (tirador (id el) (edad ?edadEl)(altura ?alturaEl)(puño ↵
43     ↵ ?puñoEl)(intimidado ?intimidadoEl))
44   ?yo <- (tirador (id yo) (edad ?edadYo)(altura ?alturaYo)(puño ↵
45     ↵ ?puñoYo))
46   ;(test (> ?edadEl ?edadYo))
47   =>

```

```

46     (assert
47         (alturaEl ?alturaEl)(alturaYo ?alturaYo)
48         (edadEl ?edadEl)(edadYo ?edadYo)
49         (puñoEl ?puñoEl)(puñoYo ?puñoYo)
50         (intimidadoEl ?intimidadoEl)
51     )
52
53     (retract ?el)
54     (retract ?yo)
55 )
56
57
58 ;-----
59 ;
60 ;         Sacamos la altura
61 ;
62 ;-----
63
64
65
66
67 (defrule compararAltura1
68     (alturaEl ?x)(alturaYo ?y)
69     (test (> ?x ?y))
70     (test (> (- ?x ?y) 5)) ;seria para comprobar que la ←
71         ↪ diferencia es mayor que 5
72     =>
73     (assert (altura masEl))
74 )
75
76 (defrule compararAltura1_2
77     (alturaEl ?x)(alturaYo ?y)
78     (test (> ?x ?y))
79     (test (<= (- ?x ?y) 5)) ;seria para comprobar que la ←
80         ↪ diferencia es mayor que 5
81     =>
82     (assert (altura igual))
83 )
84
85 (defrule compararAltura2_1
86     (alturaEl ?x)(alturaYo ?y)
87     (test (< ?x ?y))
88     =>
89     (assert (altura masYo))
90 )
91
92 (defrule compararAltura2_2
93     (alturaEl ?x)(alturaYo ?y)
94     (test (<= ?x ?y))
95     (test (<= (- ?y ?x) 5)) ;seria para comprobar que la ←
96         ↪ diferencia es mayor que 5
97     =>
98     (assert (altura igual))
99 )
100
101 ;-----
102 ;
103 ;         Sacamos la distancia
104 ;
105 ;-----

```



```
106
107 (defrule distancia_1
108   (altura masEl)
109   (puñoEl frances)
110   (puñoYo frances)
111 =>
112   (assert (distancia masEl))
113 )
114
115 (defrule distancia_2
116   (altura masEl)
117   (puñoEl anatomico)
118   (puñoYo anatomico)
119 =>
120   (assert (distancia masEl))
121 )
122
123 (defrule distancia_3
124   (altura masEl)
125   (puñoEl frances)
126   (puñoYo anatomico)
127 =>
128   (assert (distancia masEl))
129 )
130
131 (defrule distancia_4
132   (altura masEl)
133   (puñoEl anatomico)
134   (puñoYo frances)
135 =>
136   (assert (distancia igual))
137 )
138
139 (defrule distancia_5
140   (altura igual)
141   (puñoEl frances)
142   (puñoYo frances)
143 =>
144   (assert (distancia igual))
145 )
146
147 (defrule distancia_6
148   (altura igual)
149   (puñoEl anatomico)
150   (puñoYo anatomico)
151 =>
152   (assert (distancia igual))
153 )
154
155 (defrule distancia_7
156   (altura igual)
157   (puñoEl frances)
158   (puñoYo anatomico)
159 =>
160   (assert (distancia masEl))
161 )
162
163 (defrule distancia_8
164   (altura igual)
165   (puñoEl frances)
166   (puñoYo frances)
167 =>
168   (assert (distancia igual))
```

```

169 )
170 (defrule distancia_8_2
171   (altura igual)
172   (punioEl anatomico)
173   (punioYo frances)
174 =>
175   (assert (distancia igual))
176 )
177
178 (defrule distancia_9
179   (altura masYo)
180   (puñoEl frances)
181   (puñoYo frances)
182 =>
183   (assert (distancia masYo))
184 )
185
186 (defrule distancia_10
187   (altura masYo)
188   (puñoEl anatomico)
189   (puñoYo anatomico)
190 =>
191   (assert (distancia masYo))
192 )
193
194 (defrule distancia_11
195   (altura masYo)
196   (puñoEl frances)
197   (puñoYo anatomico)
198 =>
199   (assert (distancia igual))
200 )
201
202 (defrule distancia_12
203   (altura masYo)
204   (puñoEl anatomico)
205   (puñoYo frances)
206 =>
207   (assert (distancia masYo))
208 )
209
210 ;-----
211 ;
212 ;       Sacamos la joven
213 ;
214 ;-----
215
216 (defrule compararEdad1
217   (edadEl ?x)(edadYo ?y)
218   (test (= ?x ?y))
219   =>
220   (assert (joven igual))
221 )
222
223 (defrule compararEdad2
224   (edadEl ?x)(edadYo ?y)
225   (test (> ?x ?y))
226   =>
227   (assert (joven mayorEl))
228 )
229
230 (defrule compararEdad3
231   (edadEl ?x)(edadYo ?y)

```

```

232 (test (< ?x ?y))
233 =>
234 (assert (joven mayorYo))
235 )
236
237
238
239 ;-----
240 ;
241 ;         Sacamos la experiencia
242 ;
243 ;-----
244
245 (defrule experimentado_1
246   (intimidadoEl si)
247   (joven mayorEl)
248   =>
249   (assert (experiencia igual))
250 )
251
252 (defrule experimentado_2
253   (intimidadoEl si)
254   (joven igual)
255   =>
256   (assert (experiencia masYo))
257 )
258
259 (defrule experimentado_3
260   (intimidadoEl si)
261   (joven mayorYo)
262   =>
263   (assert (experiencia masYo))
264 )
265
266 (defrule experimentado_4
267   (intimidadoEl no)
268   (joven mayorEl)
269   =>
270   (assert (experiencia masEl))
271 )
272
273 (defrule experimentado_5
274   (intimidadoEl no)
275   (joven igual)
276   =>
277   (assert (experiencia igual))
278 )
279
280 (defrule experimentado_6
281   (intimidadoEl no)
282   (joven mayorYo)
283   =>
284   (assert (experiencia masYo))
285 )
286
287 ;-----
288 ;
289 ;         Sacamos la agresividad
290 ;
291 ;-----
292
293
294 (defrule agresividad_1

```

```

295 (or (experiencia masEl)(experiencia igual))
296 =>
297 (assert (agresividad no))
298 )
299
300
301 (defrule agresividad_2
302 (experiencia masYo)
303 =>
304 (assert (agresividad si))
305 )
306
307
308 ;-----
309 ;
310 ;         Sacamos la acortar distancia
311 ;
312 ;-----
313
314 (defrule acortarDistancia_1
315 (distancia masEl)
316 (agresividad si)
317 =>
318 (assert (acortarDistancia si))
319 )
320
321 (defrule acortarDistancia_2
322 (or(distancia masYo) (distancia igual))
323 (agresividad no)
324 =>
325 (assert (acortarDistancia no))
326 )
327
328 (defrule acortarDistancia_3
329 (or(distancia masYo) (distancia igual))
330 (agresividad si)
331 =>
332 (assert (acortarDistancia no))
333 )
334
335 (defrule acortarDistancia_4
336 (distancia masEl)
337 (agresividad no)
338 =>
339 (assert (acortarDistancia no))
340 )
341
342
343 ;-----
344 ;
345 ;         Sacamos la contacto hierro
346 ;
347 ;-----
348
349 (defrule contactoHierro_1
350 (acortarDistancia si)
351 =>
352 (assert (contactoHierro si))
353 )
354
355 (defrule contactoHierro_2
356 (acortarDistancia no)
357 =>

```

```
358 (assert (contactoHierro no))
359 )
360
361 ;-----
362 ;
363 ;     Sacamos segunda intencion
364 ;
365 ;-----
366
367 (defrule segundaIntencion_1
368   (acortarDistancia si)
369   (experiencia masEl)
370   =>
371   (assert (segundaIntencion no))
372 )
373
374 (defrule segundaIntencion_2
375   (acortarDistancia no)
376   (experiencia masYo )
377   =>
378   (assert (segundaIntencion si))
379 )
380
381 (defrule segundaIntencion_3
382   (acortarDistancia si)
383   (or (experiencia masYo)(experiencia igual))
384   =>
385   (assert (segundaIntencion no))
386 )
387
388 (defrule segundaIntencion_4
389   (acortarDistancia no)
390   (or(experiencia masEl)(experiencia igual))
391   =>
392   (assert (segundaIntencion no))
393 )
394
395
396
397
398 (defrule imprimir
399   (contactoHierro ?x)
400   (segundaIntencion ?y)
401   =>
402   (printout t "¿Contacto hierro? " ?x crlf)
403   (printout t "¿Segunda intencion ? " ?y crlf)
404 )
```

