



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. Estado del arte	3
3. Propuesta	7
3.1. Sistema experto	7
3.1.1. Características del sistema experto	7
3.1.2. Estudio de viabilidad	8
3.1.3. Adquisición del conocimiento	8
3.1.4. Implantación	9
3.1.5. Evaluación y pruebas	9
3.1.6. Motor de inferencia	9
4. Evaluación	11
4.1. Características del sistema experto	11
4.2. Estudio de viabilidad	11
4.3. Adquisición del conocimiento	15
4.4. Base de datos	15
4.4.1. Obtención BBDD	16
4.4.2. Descripción BBDD	17
4.4.3. Modo de empleo	18

A. Anexo B	19
A.1. Entrevista 1	19

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1. Blanco válido espada	4
3.1. Desarrollo SE	7

ÍNDICE DE TABLAS

2.1. Ejemplo tabla resultados poule	5
4.1. Tabla con las características de plausibilidad	11
4.2. Tabla con las características de justificación	12
4.3. Tabla con las características de adaptación	13
4.4. Tabla con las características de éxito	14
4.5. Resultados de viabilidad	15
4.6. Estructura BBDD asaltos inicial	16
4.7. Estructura BBDD tiradores	16
4.8. Estructura BBDD asaltos	17
4.9. Tabla correspondencia transformación valores BBDD	17
4.10. Estructura BBDD asaltos	18

ÍNDICE DE LISTADOS

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. Se quiere reducir la inclinación en la curva de aprendizaje en el momento que tienes que aprender por ti mismo y necesitas ayuda de los demás para saber que es lo correcto 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 mas 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 servidor web para darle accesibilidad al programa desde cualquier sitio. También tendremos que desarrollar una página web para darle una interfaz al programa.

El alcance de este proyecto está basado en el tiempo disponible para realizarlo. 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 lejano 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, 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

ESTADO DEL ARTE

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. A la vez, 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.

Al ser un deporte minoritario, que alguna vez hemos visto en la televisión cuando hay olimpiadas y nos detenemos un momento a verlo porque hay espadas y vemos a dos personas luchando con ellas como si de piratas o de mosqueteros se tratasen, pasemos 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 estar por encima de este 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.

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, esto incluye desde el pecho, hasta la suela de la zapatilla, pasando por la espalda o cualquier lugar que se nos ocurra. 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.

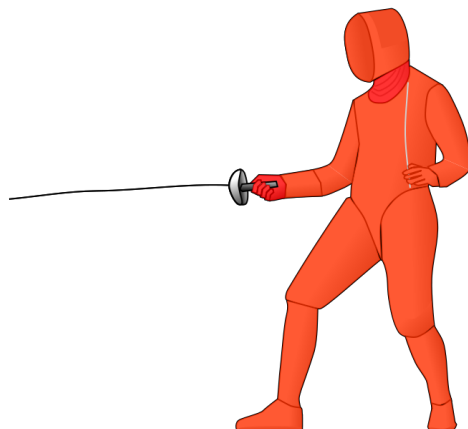


Figura 2.1: Blanco válido espada

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 cerrará un circuito eléctrico 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 habrá un tocado válido. 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 lo son, 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 más 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. 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 distancia 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 fórmula para plantear nuestra táctica en un asalto de esgrima.

Una vez que ya sabemos como funciona un asalto de esgrima podemos hablar sobre como funciona una competición de esgrima. Primero hablaremos de las individuales y más tarde de los equipos. Se explicará el funcionamiento de una competición estándar, lo cual puede variar en función de la categoría y tipo de competición. 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 más equilibradas posibles. Una vez organizadas las poules se da comienzo a ellas. En ellas se enfrentan todos los tiradores entre ellos, empezando los que sean del mismo país y club, para evitar favoritismos más 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.

Tabla 2.1: 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, obteniéndose 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 eliminatoria directa en la que el vencedor pasa a la siguiente ronda mientras que el perdedor termina la competición.

3.1. 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 cuál es el ciclo de vida para la creación y mantenimiento de un software como el mencionado anteriormente.

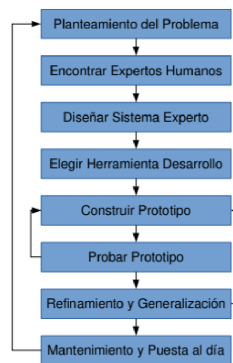


Figura 3.1: Desarrollo SE

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
4. Implantación
5. Evaluación y pruebas

3.1.1. 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 cuáles 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.

3.1.2. 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 d 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.

3.1.3. 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.

3.1.4. 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 óptimo de satisfacción como para poder ser ejecutado, el sistema experto estará listo para ser probado.

3.1.5. Evaluación y pruebas

En esta fase se establece el grado de experiencia que adquirido por el sistema. Cualquier experto en la materia, hayan o no participado en el proyecto, se comprometen a evaluar la capacidad del sistema. Estos expertos tratarán 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.

3.1.6. 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 4

EVALUACIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA EXPERTO

4.2. 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 4.1: 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 4.2: 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 situacione 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 4.3: 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 4.4: 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 4.5: 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.

4.3. 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.

4.4. 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.

4.4.1. 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 4.6: 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 4.7: 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 4.8: 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 4.9: Tabla correspondencia transformación valores BBDD

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

4.4.2. 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 4.10: 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.

4.4.3. 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

ANEXO B

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.

A.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.