



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

**Departamento de Tecnologías y Sistemas de Información**

**Ciencias de la computación**

**ANTEPROYECTO**  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

**Aplicación de técnicas de inteligencia artificial, sistemas expertos, sistemas basados en el conocimiento y minería de datos en el deporte de esgrima.**

Autor: Gregorio Baldomero Patiño Esteo

Director: Jose Angel Olivas Varela

Noviembre, 2018

# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Tecnología específica cursada</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Objetivos</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Métodos y fases de trabajo</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Medios que se pretende utilizar</b>	<b>8</b>
5.1	Medios hardware . . . . .	8
5.2	Medios software . . . . .	8
	<b>Bibliografía</b>	<b>9</b>

# 1 INTRODUCCIÓN

En todo aspecto competitivo que te enfrente directamente a otra persona se tendrán que plantear diferentes estrategias para superar al rival. Estas estrategias se deciden a raíz del conocimiento sobre el deporte adquirido con el paso de los años y las experiencias vividas de cada persona. Además de esto hay otro componente principal a la hora de decantarse por una estrategia u otra, el adversario. Tomar estas decisiones no es nada fácil para una persona visto desde fuera, analizando todo lo que sucedió y pensando cuales serán los siguientes movimientos del rival. Una variable que aumenta la dificultad para esta toma de decisiones es tener que llevar a cabo estos pensamientos mientras intentas llevarlos a cabo. Esto pasa en los deportes individuales, has de pensar que hacer mientras pones en marcha el plan trazado con anterioridad.

Para ayudar en estas situaciones se inventó una figura de entrenador, la cuál ayudará a elegir una estrategia u otra en función de lo que se ve desde fuera, sin tener que preocuparse en llevar a cabo la anterior. De este modo al separar trabajos, mente y cuerpo, se podrá focalizar en cada uno de ellos y tener mayores probabilidades de obtener el éxito. Este caso sería el ideal pero a niveles bajos no se dispone de esta figura, por lo que resulta difícil sacar todo el potencial en competición.

El objetivo de este Trabajo de Fin de Grado (TFG a partir de ahora) consiste en desarrollar un entrenador virtual que sirva como apoyo en tiempo real para la toma de decisiones sobre estrategias en las competiciones de esgrima. También servirá para aquellas personas que quieran ampliar su conocimiento y saber que posibilidades hay ante diferentes situaciones en combate.

La elección del tema sobre el que versa este TFG surge a raíz de un problema visualizado durante las competiciones que no eran de alto nivel de esgrima. Solamente los tiradores de mas alto nivel tenían un entrenador personal que les pudiera ayudar, de este modo ellos solo se tenían que preocupar de llevar a cabo lo que les decían. Sin embargo el resto de tiradores tenían que pensar en que hacer a la vez que se tenían que defender del rival. De este modo en el momento que puedan consultar su teléfono móvil u ordenador portátil podrán hacer una consulta la cual les ayudará a tomar una decisión basándose en parámetros apreciables por el tirador, argumentando las razones y dando varias alternativas.

## 2 TECNOLOGÍA ESPECÍFICA CURSADA

En el presente apartado se muestran dos tablas (Tabla 1 y Tabla 2) que indican respectivamente:

- Tabla 1: La tecnología específica / intensificación / itinerario cursado por el autor en su estancia en la ESI como alumno del Grado en Ingeniería en Informática.
- Tabla 2: Dentro de cada intensificación existen una serie de competencias para las cuales el alumno está capacitado, se muestran y explican cuáles de dichas competencias van a ser aplicadas durante el desarrollo de este TFG.

**Tabla 1:** Tecnología específica cursada por el alumno

	Tecnologías de la Información
✓	Computación
	Ingeniería del Software
	Ingeniería de Computadores

**Tabla 2:** Justificación de las competencias específicas abordadas en el TFG

Competencias	Justificación
Capacidad para conocer y desarrollar técnicas de aprendizaje computacional y diseñar e implementar aplicaciones y sistemas que las utilicen, incluyendo las dedicadas a extracción automática de información y conocimiento a partir de grandes volúmenes de datos.	Durante el desarrollo de este TFG se ha generado una base de datos de la cual se ha extraído un modelo de aprendizaje automático con el que poder reforzar el entrenador.
Capacidad para desarrollar y evaluar sistemas interactivos y de presentación de información compleja y su aplicación a la resolución de problemas de diseño de interacción persona computadora.	Se ha generado un aplicación mediante la cual un usuario puede interaccionar con ella para obtener respuestas a sus preguntas.
Capacidad para adquirir, obtener, formalizar y representar el conocimiento humano en una forma computable para la resolución de problemas mediante un sistema informático en cualquier ámbito de aplicación, particularmente los relacionados con aspectos de computación, percepción y actuación en ambientes entornos inteligentes.	Se ha formalizado conocimiento técnico y experiencia de un experto en la materia de esgrima y se ha plasmado en un programa como consecuencia hemos obtenido un conjunto de reglas de las cuales mediante unas entradas se puede obtener una salida.
Capacidad para evaluar la complejidad computacional de un problema, conocer estrategias algorítmicas que puedan conducir a su resolución y recomendar, desarrollar e implementar aquella que garantice el mejor rendimiento de acuerdo con los requisitos establecidos.	Se han estudiado las complejidades de los algoritmos utilizados de modo que se halló la solución mas óptima para cada caso.

### 3 OBJETIVOS

De acuerdo con la introducción dada al comienzo de este documento, el objetivo final de este TFG es desarrollar un prototipo de aplicación que sea capaz de dar una respuesta a ciertas situaciones planteadas durante un asalto de esgrima. Hay que tener en cuenta que al ser un prototipo tendrá un margen de error y no será completo debido que trataremos las nociones básicas de la modalidad de espada. Una mejora en un futuro que está fuera del alcance sería desarrollar esto mismo para las modalidades de florete y sable. Para ello se propone desarrollarlo en los siguientes sub-objetivos:

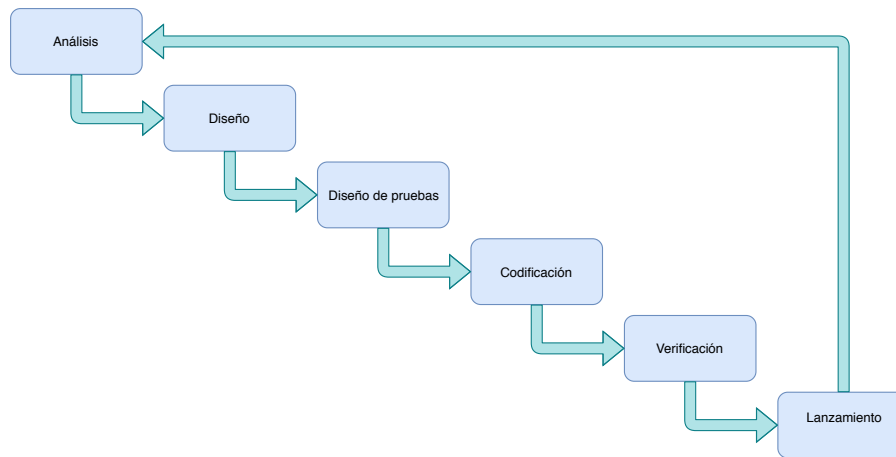
- Desarrollar sistema experto. Para esta parte será necesario desarrollar las siguientes partes:
  - Estudio de viabilidad. Este estudio será llevado a cabo mediante el test de Slagel.
  - Adquisición de conocimiento. Se obtendrá conocimiento sobre el tema a tratar basandonose sobre todo en entrevistas a expertos de la materia.
  - Conceptualización. Se plasmará de una forma entendible todo el conocimiento adquirido.
  - Representación del conocimiento. Esta representación se mostrara en forma de reglas.
  - Evaluación. Conclusiones del sistema experto.
- Desarrollar modelo de aprendizaje para competiciones con base de datos.
  - Adquisición datos.
  - Tratamiento datos.
  - Procesamiento datos.
  - Obtener conocimiento.
- Desarrollar aplicación juntando ambas partes anteriores.
  - Alimentar sistema experto. Esto se hará con el conocimiento obtenido de los datos.
  - Levantar servidor web. Para darle accesibilidad al programa desde cualquier sitio.
  - Desarrollar página web. Para darle interfaz al programa.
  - Conectar con sistema experto. Para que se pueda visualizar desde cualquier sitio con conexión a internet.

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 Chervis 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* [4] 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.

## 4 MÉTODOS Y FASES DE TRABAJO

Durante mucho tiempo se ha seguido una metodología que dificultaba la adaptabilidad de un proyecto a futuros cambios. Se definía el proyecto al principio, capturando todos los requisitos necesarios, se planificaban y hasta que no se acabaran no podían incluirse nuevos y esto era haciendo de nuevo todo el ciclo. Esta metodología se llama en cascada y tiene el siguiente esquema:

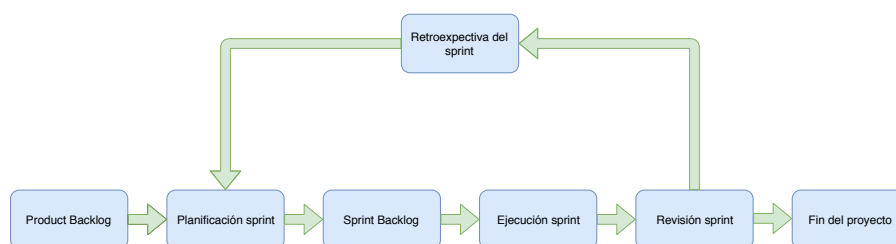


**Figura 1:** Ciclo cascada

Esta metodología es idónea para aquellos proyectos que se quieren dar fechas de entrega con mucha precisión, aquellos en los que se tiene claro desde el inicio que, como y cuando se va a hacer. La naturaleza de este TFG no permite que se trabaje de esta manera debido a que es posible que se encuentren problemas durante el desarrollo del mismo y haya que buscar otras alternativas durante el mismo además de tener que repetir alguna de las fases con relativa frecuencia sin haber llegado a alguna de las siguientes. Como alternativa a este tipo de metodologías se diseñaron las metodologías ágiles, entre ellas SCRUM [9] que será la elegida para este TFG.

SCRUM se basa en que se pueden hacer cambios en la planificación en cualquier momento. Se planifica la tarea para cada sprint <sup>1</sup> de tal modo que en función de la duración de este los cambios se podrán ir adaptando en función de la necesidad del proyecto en ese momento. Además, dado que es una metodología ágil, favorece los cambios de última hora, esto quiere decir que permite añadir, quitar o modificar el trabajo planificado para ese periodo de tiempo. Para ello se tiene una cola de tareas, ordenadas por prioridad las cuales se van metiendo en el sprint por orden. Debido a esto encaja perfectamente con las características del proyecto y será la metodología escogida para llevar a cabo el mismo. Al ser una metodología pensada para grupos de personas y este proyecto será llevado a cabo por una única persona se harán modificaciones sobre este mismo para adaptarlo.

Para hacernos una idea de cual es el ciclo de vida en un proyecto de scrum podemos observar la siguiente figura:



**Figura 2:** Ciclo SCRUM

<sup>1</sup>Sprint: periodo de tiempo entre una y cuatro semanas en las cual se divide un proyecto basado en Scrum

Se eliminaron las reuniones diarias puesto que no tienen sentido en equipos de una persona, ya que no habrá bloqueos entre personas con sus tareas.

Para el product backlog se usará trello [2] ya que nos permite crear tableros con notas y estas notas serán las tareas a realizar, ordenadas de arriba a abajo según su prioridad. Además se usará esta plataforma para saber el avance de cada tarea. Cada tarea tendrá una checklist compuesta por tres elementos. Estos elementos servirán para indicar el estado de la tarea. Dichos elementos serán *tarea de sprint*, *en desarrollo* y *terminada*. En la **tabla 3** se puede ver una estimación inicial de sprints teniendo estos una duración de tres semanas.

**Tabla 3:** Planificación estimada del proyecto

Línea temporal	Duración	Temática
14/01/2019 - 01/02/2019	Sprint 1	Desarrollo sistema experto
04/02/2019 - 22/02/2019	Sprint 2	Desarrollo sistema experto
25/02/2019 - 15/03/2019	Sprint 3	Desarrollo sistema experto y desarrollo modelo aprendizaje
18/03/2019 - 05/04/2019	Sprint 4	Desarrollo modelo aprendizaje
05/04/2019 - 26/04/2019	Sprint 5	Desarrollo modelo aprendizaje
29/04/2019 - 17/05/2019	Sprint 6	Desarrollo modelo aprendizaje y Desarrollo aplicación web
20/05/2019 - 07/06/2019	Sprint 7	Desarrollo aplicación web
10/05/2019 - 28/06/2019	Sprint 8	Desarrollo aplicación web

## 5 MEDIOS QUE SE PRETENDE UTILIZAR

A continuación se detallan los medios hardware y software que se utilizan a lo largo del desarrollo del TFG.

### 5.1 Medios hardware

El equipo hardware para la realización del proyecto es un PC sobremesa de las siguientes características: Procesador: Intel Core i5-8600K 3.6GHz; Memoria DDR4 3200 PC4-25600 8GB 2x4GB CL16; Gráficos: Gigabyte GeForce GTX 1060 Windforce OC 6GB GDDR5.

### 5.2 Medios software

- Lenguajes de programación:
  - Python [21], lenguaje multiparadigma fuertemente tipado utilizado para la obtención y procesamiento de datos.
  - CLIPS [15], lenguaje de programación multiparadigma utilizado para la representación plasmar la representación del conocimiento.
  - LaTeX [10], sistema de composición de textos utilizado para generar la documentación.
  - Ruby on Rails [7], framework de Ruby que sigue el paradigma MVC <sup>2</sup> utilizado para el desarrollo de la aplicación web.
- Librerías:
  - Python NumPy [16]. Librería usada para el tratamiento de datos
  - Python Matplotlib [8]. Librería utilizada para mostrar gráficos 2D
  - BeautifulSoup4 [20]. Librería cuyo uso está destinado a la obtención de datos mediante web scrapping.
- Entorno de desarrollo:
  - Anaconda [1], Software de gestión de paquetes de python y R
  - Spyder [19], IDE para el desarrollo de aplicaciones en python
  - Google Chrome [6], navegador utilizado para consultas
  - Firefox [14], navegador utilizado para obtención de datos
  - Overleaf [18], aplicación web utilizada para generar la documentación
- Herramientas de gestión y desarrollo:
  - Trello, aplicación web utilizada para la gestión de tareas
  - Github [13], aplicación web utilizada para el control de versiones [12]
  - Toggl [17], aplicación web utilizada para la gestión y control del tiempo empleado en cada tarea.
  - Draw.io [5], aplicación web utilizada para la creación de imágenes y diagramas.

---

<sup>2</sup>Modelo Vista Controlador



## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Inc Anaconda. *Anaconda*. URL: <https://www.anaconda.com/>.
- [2] Atlassian. *Trello*. URL: <https://trello.com/>.
- [3] Ismael Caballero y Moises Rodriguez. *Apuntes de la asignatura de Ingenieria del software II*. 2017.
- [4] Elaine Cheris. *Manual de esgrima*. Tutor, 2000.
- [5] Jeff Sutherland Gaudenz Alder. *Diagrams for everyone, everywhere*. URL: <https://about.draw.io/>.
- [6] Google. *Google Chrome*. URL: [https://www.google.com/intl/es\\_ALL/chrome/](https://www.google.com/intl/es_ALL/chrome/).
- [7] David Heinemeier Hansson. *RoR*. URL: <https://rubyonrails.org/>.
- [8] John D. Hunter. *Matplotlib*. URL: <https://matplotlib.org/>.
- [9] David Benson Ken Schwaber. *The definitive guide to scrum: The rules of the game*. URL: <https://www.scrumguides.org/scrum-guide.html>.
- [10] Leslie Lamport. *LaTeX*. URL: <https://www.latex-project.org/>.
- [11] Shu-Hsien Liao. *Expert system methodologies and applications—a decade review from 1995 to 2004*. Elsevier, 2005.
- [12] Junio Hamano y Software Freedom Conservancy Linus Torvalds. *Git*. URL: <https://git-scm.com/>.
- [13] Microsoft. *Github*. URL: <https://github.com/>.
- [14] Fundación Mozilla. *Mozilla Firefox*. URL: <https://www.mozilla.org/es-ES/firefox/>.
- [15] Departamento IA NASA. *CLIPS*. NASA. URL: <http://www.clipsrules.net/>.
- [16] Travis Oliphant. *Numpy*. URL: <http://www.numpy.org/>.
- [17] Toggl OÜ. *Toggl*. URL: <https://toggl.com/>.
- [18] Overleaf. *Overleaf*. URL: <https://www.overleaf.com>.
- [19] Pierre Raybaut. *Spyder*. URL: <https://www.spyder-ide.org/>.
- [20] Leonard Richardson. *BeautifulSoup*. URL: <https://www.crummy.com/software/BeautifulSoup/bs4/doc/>.
- [21] Guido van Rossum. *Python*. URL: <https://docs.python.org/3/>.
- [22] Jesús Salido. *Curso de  $\text{\LaTeX}$ 2e*. Universidad de Castilla-La Mancha. 2015. URL: [http://visilab.etsii.uclm.es/?page\\_id=1468](http://visilab.etsii.uclm.es/?page_id=1468) (visitado 12-02-2017).
- [23] Jose Angel Olivas Varela. *Apuntes de la asignatura de Sistemas Basados en el conocimiento*. 2016.