****

Modelado estadístico de resultados de fútbol mediante la distribución de Poisson: aplicación práctica al mercado de apuestas deportivas

MODALIDAD DEL TFG: CONVENCIONAL

CONVOCATORIA: EXTRAORDINARIA

ALUMNA: ANA ISABEL GONZÁLEZ SAHAGÚN

TUTORA: MARÍA DEL MAR ANGULO MARTÍNEZ

GRADO: MATEMÁTICAS COMPUTACIONALES

CONTENIDO

RESUMEN 4

ABSTRACT 4

1. INTRODUCCIÓN 5

1.1 Motivación y contexto 5

1.2 Planteamiento del problema 7

1.2.1 Incertidumbre en los Resultados Deportivos 7

1.2.2 Limitaciones de los Modelos Matemáticos y Estadísticos 8

1.2.3 Valoración del Éxito de los Equipos 8

1.3 Objetivos del Trabajo 9

2. ESTADO DE LA CUESTIÓN 11

2.1 El Mercado de las Apuestas Deportivas 11

2.1.1 Funcionamiento de las Cuotas y el Mercado de Apuestas 11

2.1.3 Impacto Económico y Social 13

2.2 El Futbol y las Apuestas 13

2.2.1 Tipos de Apuestas en el Futbol 14

2.2.2 Impacto Económico de las Apuestas en el Fútbol 14

2.3 Marco teórico del trabajo 15

2.3.1 Modelos Probabilísticos en el Deporte 15

2.3.2 Distribución de Poisson: Definición y Propiedades 15

2.3.3 Aplicación de Poisson al Modelado de Goles en Fútbol 15

2.3.4 Modelo de Poisson Doble 16

2.3.5 Supuestos y Limitaciones 16

2.3.6 Cálculo de Probabilidades de Victoria, Empate y Derrota 16

2.3.7 Valor Esperado y Comparación con Cuotas de Apuestas 17

2.2 Trabajos Relacionados 17

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS 18

3.1 Metodología 18

3.2 Tecnologías empleadas 18

4. DESARROLLO DEL TRABAJO 19

5. CONCLUSIONES 20

6. REFERENCIAS 21

6.1 Bibliografía 21

6.2 Índice de Figuras 21

6.3 Índice de Tablas 22

ANEXOS 23

# RESUMEN

Breve resumen del TFG en español. Se recomienda describir en pocas palabras, no más de dos párrafos, la temática, el trabajo desarrollado y la conclusión.

# ABSTRACT

Brief summary of the TFG in English. It is recommended to describe in a few words, no more than two paragraphs, the topic, the work developed and the conclusion.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Motivación y contexto

El deporte juega un papel importante en el crecimiento económico y el desarrollo social de muchos países. No solo aporta ingresos a través de eventos, derechos de televisión o patrocinios, sino que también crea empleo y estimula la actividad comercial. Al movilizar a millones de personas en todo el mundo, se convierte en un fenómeno de gran relevancia social. Entre todas las disciplinas deportivas, el fútbol cuenta con el mayor número de seguidores a nivel mundial, con una audiencia estimada de más de 4.000 millones de personas.[[1]](#footnote-1). En España, según el informe de KPMG (2023) [[1](#_6.1_Bibliografía)], el fútbol profesional generó más de 18.300 millones de euros durante la temporada 2021/22, lo que equivale al 1,44 % del PIB nacional.

El fútbol ocupa un lugar privilegiado como uno de los deportes que más apuestas generan, gracias su enorme base de seguidores y la cantidad de competiciones a lo largo del año. Solo en la temporada 2021/22, los aficionados españoles destinaron cerca de 2.954 millones de euros a quinielas y apuestas vinculadas al fútbol​[[2]](#footnote-2). Además, se espera que el mercado mundial de apuestas deportivas siga creciendo a un ritmo cercano al 9% para los próximos años[[3]](#footnote-3)​, gracias a la digitalización y a la expansión de plataformas legales. Este sector se basa, en gran medida, en la capacidad de anticipar los resultados de los partidos. Las casas de apuestas utilizan métodos estadísticos para calcular cuotas que reflejan probabilidades estimadas, mientras que muchos usuarios buscan identificar oportunidades para apostar con ventaja. Por eso, contar con modelos que permitan estimar con precisión las probabilidades de cada resultado tiene un valor práctico tanto para operadores como para analistas.

Sin embargo, predecir los resultados de un partido de fútbol es una tarea complejo debido a la alta incertidumbre inherente al juego. A diferencia de otros deportes con marcadores más amplios (por ejemplo, el baloncesto), el fútbol se caracteriza por ser un deporte de anotaciones escasas, donde un solo gol puede decidir un encuentro. Este alto grado de aleatoriedad, junto con factores externos como las decisiones arbitrales o el estado físico de los jugadores, hace que sea muy difícil prever con exactitud lo que ocurrirá en un partido. En términos técnicos, el fútbol es un suceso *altamente variable*. Ante este nivel de incertidumbre, surge la necesidad de herramientas estadísticas que permitan estimar con mayor precisión las probabilidades de los distintos resultados posibles.

Uno de los enfoques más utilizados para modelar resultados de fútbol desde una perspectiva estadística es el uso de la distribución de Poisson. Esta herramienta permite estimar el número de goles que puede marcar un equipo en un partido, tratándolos como sucesos que ocurren de forma independiente en un intervalo fijo de tiempo. Dado que el fútbol es un deporte con pocas anotaciones por encuentro, esta distribución resulta especialmente adecuada. Se asume que cada equipo tiene una tasa de gol media y que los goles se producen de forma aleatoria pero con cierta regularidad. Aunque esta suposición simplifica la realidad, ya que en un partido los equipos interactúan y se influyen entre sí, numerosos estudios han respaldado el uso del modelo de Poisson. Desde los primeros trabajos de Maher (1982) [[2](#_6.1_Bibliografía)] y de Dixon y Coles (1997) [[3](#_6.1_Bibliografía)], hasta investigaciones más recientes como el de Nguyen (2021) [[4](#_6.1_Bibliografía)], se ha demostrado que este modelo ofrece una representación razonablemente precisa de la distribución de los marcadores en distintas competiciones. A lo largo del tiempo, se han desarrollado variantes que incorporan factores como la fortaleza ofensiva y defensiva de los equipos o el efecto de jugar en casa. Estos modelos han sido utilizados tanto por analistas deportivos como por operadores de apuestas para calcular probabilidades y estimar cuotas. Su ventaja principal es que, con pocos parámetros, permiten generar estimaciones sobre resultados posibles y evaluar la probabilidad de que se produzcan.

Teniendo en cuenta lo anterior, este Trabajo de Fin de Grado tiene como objetivo desarrollar un modelo estadístico basado en la distribución de Poisson para predecir los goles y resultados en partidos de fútbol, y analizar su utilidad práctica en el contexto del mercado de apuestas deportivas. Este modelo será implementado para estimar la probabilidad de los distintos resultados posibles en un partido, considerando factores como el rendimiento ofensivo y defensivo de los equipos o la influencia de jugar como local. Posteriormente, se compararán las predicciones obtenidas con las cuotas reales ofrecidas por las casas de apuestas, con el fin de evaluar si existen diferencias significativas que puedan representar oportunidades de valor. Este enfoque permite aplicar herramientas estadísticas de forma práctica en un contexto de alta incertidumbre, y aporta una base cuantitativa para analizar el funcionamiento del mercado de apuestas deportivas.

## 1.2 Planteamiento del problema

La predicción de resultados en el fútbol es un desafío estadístico con diversas implicaciones prácticas, especialmente en el ámbito de las apuestas deportivas. Aunque existen herramientas matemáticas que permiten estimar probabilidades, la naturaleza aleatoria del juego y las limitaciones inherentes a los modelos empleados generan incertidumbre sobre la fiabilidad de estas predicciones. En este apartado se analiza la problemática principal a la que se enfrenta cualquier intento de modelado estadístico del fútbol: desde la incertidumbre propia de los resultados deportivos, pasando por las limitaciones de los modelos, hasta la cuestión de si las cuotas de apuestas reflejan de manera precisa dichas probabilidades.

1.2.1 Incertidumbre en los Resultados Deportivos

El fútbol, al ser un deporte de baja puntuación, presenta una elevada incertidumbre en sus resultados. La diferencia entre ganar o perder puede depender de una sola jugada, lo que otorga al azar un papel importante, incluso cuando se enfrentan equipos de distintos niveles. Factores externos como el clima, el arbitraje o el estado físico de los jugadores aumentan esta variabilidad, dificultando cualquier predicción precisa.

Esta aleatoriedad ha sido analizada en profundidad por Aoki et al. (2017) [[5](#_6.1_Bibliografía)], quienes introducen un coeficiente de habilidad (φ) para medir el peso relativo de la suerte y la habilidad en competiciones deportivas. Su estudio, basado en más de 1.500 temporadas de ligas de fútbol, baloncesto, voleibol y balonmano, demuestra que el fútbol es uno de los deportes donde el azar tiene mayor protagonismo. En torno al 7 % de las temporadas de fútbol analizadas se comportan como si fueran completamente aleatorias. Además, muestran que, en ligas como LaLiga o la Premier League, basta con eliminar tres o cuatro equipos dominantes para que el resto de la competición se asemeje a una lotería.

Este nivel de imprevisibilidad hace que los modelos deterministas sean poco útiles, y justifica el uso de herramientas probabilísticas. Modelos como el de Poisson permiten incorporar la aleatoriedad inherente al juego, estimando distribuciones de resultados posibles en lugar de un único marcador, lo cual es más realista y útil para la toma de decisiones en contextos como las apuestas deportivas.

1.2.2 Limitaciones de los Modelos Matemáticos y Estadísticos

Los modelos matemáticos y estadísticos aplicados al fútbol, como los basados en la distribución de Poisson, suelen requerir suposiciones simplificadas para poder aplicarse. Uno de los principales supuestos es que se debe asumir que los goles se generan de forma independiente y con una tasa constante a lo largo del tiempo. Sin embargo, esta hipótesis no siempre refleja la realidad del juego, donde factores como el estado físico de los jugadores, las decisiones tácticas o las condiciones climáticas pueden influir significativamente en el desarrollo del partido. Además, muchos modelos no consideran adecuadamente la posibilidad de empates, lo que limita su precisión en competiciones donde este resultado es común. Tal como señalan Dixon y Coles (1997) [[3](#_6.1_Bibliografía)], introducir una ligera dependencia entre las anotaciones puede mejorar significativamente la capacidad predictiva del modelo.

Otra limitación importante es la dependencia de datos incompletos o imperfectos. La calidad de las predicciones generadas por estos modelos está estrechamente ligada a la disponibilidad y precisión de los datos utilizados. En el contexto del fútbol, factores como lesiones, sanciones, cambios en la alineación o incluso el estado emocional de los jugadores son difíciles de cuantificar y, a menudo, no se incluyen en los conjuntos de datos. Esta omisión puede llevar a predicciones que no capturan adecuadamente la complejidad del juego real.​

Además, existe el riesgo de sobreajuste (*overfitting*) en modelos complejos, donde el modelo se ajusta demasiado a los datos históricos, capturando ruido en lugar de patrones reales. Esto reduce su capacidad para generalizar y predecir resultados futuros con precisión. Según Groll et al. (2018) [[6](#_6.1_Bibliografía)], este problema puede reducir drásticamente la capacidad predictiva si no se aplican técnicas de validación adecuadas. El sobreajuste es especialmente problemático cuando se dispone de conjuntos de datos limitados o cuando los modelos incorporan un gran número de parámetros sin una validación adecuada.

1.2.3 Valoración del Éxito de los Equipos

Es importante establecer una definición adecuada del éxito para construir modelos estadísticos que sean útiles y coherentes. La forma más directa para medir el desempeño de un equipo es el resultado directo de un partido (victoria, empate, o derrota). Sin embargo, este enfoque puede resultar ineficiente dependiendo del enfoque del estudio. Existen diversas métricas que se utilizan para medir el éxito en un equipo, como por ejemplo la diferencia de goles, el porcentaje de victorias, o la clasificación final en una competición. Por tanto, es necesario analizar previamente qué indicadores permiten representar de forma más precisa el comportamiento de un equipo y su desempeño sostenido en el tiempo.

Cada estudio utiliza unas métricas diferentes para medir el rendimiento de un equipo en el fútbol. Una de ellas es el ***Soccer Power Index (SPI)***, creado por ***FiveThirtyEight****.*Este índice combina información histórica con resultados recientes y proporciona una evaluación cuantitativa de la calidad de los equipos. El modelo tiene en cuenta tanto la capacidad ofensiva como defensiva, estimando cuántos goles se espera que marque o reciba un equipo frente a un rival promedio. . Los partidos más recientes tienen mayor peso en el cálculo, aunque los datos anteriores también se consideran para mantener una base sólida de referencia. De esta forma, el SPI busca ofrecer una valoración global que capture la fuerza relativa de los equipos en distintos contextos.[[4]](#footnote-4)

Otra métrica ampliamente utilizada en el análisis moderno es el modelo de goles esperados, conocido como **xG (*expected goals*)**.A diferencia de contar los goles realmente marcados, esta métrica evalúa la calidad de cada oportunidad de gol, considerando aspectos como la posición desde la que se dispara, el tipo de pase que precede al remate, la forma del disparo o la situación del juego. El valor de xG refleja la probabilidad de que una acción concreta termine en gol. De este modo, un equipo con un xG alto, aunque no haya anotado muchos goles, puede considerarse ofensivamente productivo por haber generado ocasiones de alta calidad. Estudios como ***Beyond Expected Goals*** del MIT [[9](#_6.1_Bibliografía)] han demostrado que el xG es un predictor más fiable del rendimiento ofensivo futuro que los goles marcados. No obstante, su cálculo requiere una recopilación detallada y precisa de datos, lo que representa una dificultad adicional a la hora de implementarlo en modelos estadísticos a gran escala.

## 1.3 Objetivos del Trabajo

El objetivo principal de este Trabajo de Fin de Grado es desarrollar un modelo estadístico basado en la distribución de Poisson para realizar predicciones de resultados de fútbol, y analizar tanto sus capacidades como sus limitaciones. Para alcanzar este objetivo general, se plantean los siguientes objetivos específicos:

* Estimar los parámetros clave del modelo, como las capacidades ofensivas y defensivas a partir del análisis de datos históricos de partidos de fútbol.
* Calcular, mediante el modelo, las probabilidades de los tres resultados posibles en un partido: victoria local, empate y victoria visitante.
* Probar variantes del modelo clásico de Poisson, con el fin de evaluar si alguna mejora la capacidad predictiva en comparación con la formulación estándar.
* Analizar las limitaciones y la efectividad del modelo propuesto en la tarea de predicción, especialmente en escenarios donde la incertidumbre del resultado es alta.

Este conjunto de objetivos permitirá no solo construir una base teórica sólida para el modelado de resultados de fútbol, sino también explorar su utilidad práctica en un entorno real como el de las apuestas deportivas, donde la precisión estadística puede traducirse en ventaja económica.

# 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

## 2.1 El Mercado de las Apuestas Deportivas

Las apuestas deportivas han cambiado profundamente a lo largo del tiempo. Lo que en sus orígenes eran prácticas informales, hoy se ha convertido en una industria con gran peso económico. Uno de los hitos más importantes en esta evolución fue la legalización y regulación de las apuestas en Inglaterra durante el siglo XVIII.[[5]](#footnote-5) En las últimas décadas, el desarrollo tecnológico y la expansión de Internet han impulsado el crecimiento de plataformas digitales, haciendo que apostar en línea sea cada vez más fácil y accesible. Este apartado busca ofrecer una visión general del estado actual del mercado de apuestas deportivas.

2.1.1 Funcionamiento de las Cuotas y el Mercado de Apuestas

En el mercado de apuestas deportivas, las cuotas son el mecanismo mediante el cual se expresan las distintas probabilidades implícitas de los distintos resultados posibles de un evento. Estas cuotas indican el retorno económico que recibiría el apostante si su apuesta es ganadora. Las casas de apuestas aplican un margen de beneficio, conocido como “*book margin”*, que les permite garantizar una rentabilidad independientemente del resultado del evento. Este margen surge porque la suma de las probabilidades implícitas suele ser superior al 100 %.

Según Robbins (2022) [[8](#_6.1_Bibliografía)], este margen promedio suele estar entre el 3 % y el 5 %, y constituye una ventaja estructural para los operadores. Las cuotas se determinan inicialmente mediante modelos estadísticos, pero también se ajustan según factores como el volumen de apuestas o el comportamiento de los usuarios. Esto implica que las cuotas no son puramente objetivas, sino que responden también a intereses comerciales. El resultado es un sistema donde las cuotas actúan como precios de mercado, pero con una distorsión incorporada para asegurar la rentabilidad de las casas de apuestas.

Además, las casas incorporan sesgos de mercado, ajustes de liquidez, y consideraciones sobre el volumen total apostado para equilibrar su exposición al riesgo y minimizar pérdidas. Este ajuste se intensifica en apuestas en vivo, donde las cuotas se actualizan en directo según transcurre el evento.

**Tipos de casas de apuestas**

Principalmente, existen dos modelos de casas de apuestas en el mercado actual. El más común es el de las casas de apuestas tradicionales o de **contrapartida**, donde la propia casa establece las cuotas y acepta apuestas directamente de los usuarios. En este sistema, el apostante juega contra la casa, que asume el riesgo y obtiene beneficios mediante el margen aplicado a las cuotas. Algunos ejemplos representativos de este modelo son Bet365, William Hill o Bwin.

Por otro lado, las casas de apuestas de **intercambio** permiten que los propios usuarios apuesten entre sí. En este caso, los jugadores pueden proponer sus propias cuotas y aceptar las apuestas de otros, mediante que la plataforma actúa únicamente como intermediaria. Su beneficio proviene de aplicar una comisión sobre las ganancias de los apostantes. Betfair es el ejemplo más conocido de este sistema.

**Ajustes de Cuotas y Margen de Beneficio: Sesgos e Ineficiencias**

Uno de los principales debates en el análisis del mercado de apuestas deportivas gira en torno a si las cuotas ofrecidas por las casas de apuestas reflejan con precisión las probabilidades reales de los resultados. El concepto de eficiencia del mercado, aplicado al ámbito de las apuestas deportivas, se refiere a la idea de que las cuotas ofrecidas por las casas de apuestas reflejan toda la información disponible sobre un evento, de forma que no es posible obtener beneficios sistemáticos apostando. En un mercado eficiente, las cuotas serían una representación ajustada del conocimiento disponible, y no existiría la posibilidad de obtener beneficios sistemáticos. Sin embargo, diversos estudios han cuestionado esta suposición.

El trabajo de Vlastakis, Dotsis y Markellos (2009) [[7](#_6.1_Bibliografía)] representa uno de los estudios más completos sobre la eficiencia del mercado europeo de apuestas de fútbol. Analizando más de 12.000 partidos y cuotas de seis grandes casas de apuestas (tanto online como tradicionales), los autores identifican la existencia de oportunidades de arbitraje limitadas pero altamente rentables, especialmente cuando se combinan cuotas de diferentes operadores. Entre los sesgos detectados, destacan el conocido “favo*urite–longshot bias*”, donde las apuestas a favoritos tienden a estar mejor valoradas que las apuestas a no favoritos, y la sobreestimación sistemática de la ventaja de jugar en casa. Esta última genera lo que los autores denominan el *“away-favourite bias*”, es decir, una infravaloración de los equipos favoritos que juegan como visitantes. Estos desajustes en las cuotas no solo reflejan errores en la estimación de probabilidades, sino también posibles influencias del comportamiento de los apostadores, que pueden sesgar las cuotas por motivos emocionales o preferencias locales.

2.1.3 Impacto Económico y Social

Actualmente, se estima que el mercado a nivel global de apuestas deportivas genera más de 90 millones de dólares anuales, una cifra que continúa creciendo debido a la legalización en diversos países y la expansión de las plataformas digitales. En regiones como Europa y América del Norte, este sector representa un gran porcentaje la industria del entretenimiento y juegos de azar. De hecho, se estima que para el año 2030, el mercado de las apuestas deportivas alcanzará un valor de 608.410 millones de dólares.[[6]](#footnote-6)

Sin embargo, la accesibilidad de las apuestas en línea también ha traído consecuencias negativas, como el aumento de casos de adicción al juego, especialmente entre los jóvenes. Varios estudios calculan que aproximadamente 80 millones de adultos en todo el mundo padecen problemas relacionados con el juego.[[7]](#footnote-7) En países como Brasil, se ha encendido la alarma por el alto nivel de gasto en apuestas en línea, que supera los 3.200 millones de euros al mes, lo que equivale al 20 % del total de salarios del país.[[8]](#footnote-8) Por este motivo, aunque el uso de modelos predictivos puede contribuir al crecimiento del sector, también requiere un enfoque responsable para no fomentar comportamientos problemáticos.

## 2.2 El Futbol y las Apuestas

El fútbol es el deporte más apostado a nivel mundial, representando hasta el 86% de las apuestas deportivas en algunos países.[[9]](#footnote-9) Su popularidad y la gran cantidad de partidos disputados a lo largo del año lo convierten en el mercado más activo dentro de la industria

2.2.1 Tipos de Apuestas en el Futbol

En las últimas décadas, las apuestas deportivas en fútbol han experimentado una transformación significativa, impulsada por el desarrollo de plataformas digitales y su progresiva legalización en distintos países. Aunque existen diversos tipos de apuestas dentro de este deporte, este trabajo se centrará en la **apuesta 1X2** una de las más comunes y utilizadas.

La **apuesta 1X2** se centra en apostar a qué equipo ganará el partido, o si habrá un empate. A cada una de estas tres opciones se le asigna una cuota, que indica cuánto puede ganar un apostante por cada unidad apostada si su predicción resulta correcta. Estas cuotas no son fijas, sino que pueden cambiar entre diferentes casas de apuestas e incluso variar con el tiempo, en función de factores como el historial reciente de los equipos, las alineaciones previstas, posibles lesiones y el volumen de apuestas recibido por cada resultado.

Incluir las cuotas ofrecidas por las casas de apuestas como variable explicativa en el modelo puede aportar información adicional de valor. Estas cuotas sintetizan de forma implícita el conocimiento agregado del mercado y las expectativas sobre el resultado del partido, por lo que su incorporación podría mejorar la capacidad predictiva del modelo basado en la distribución de Poisson.

2.2.2 Impacto Económico de las Apuestas en el Fútbol

Torneos como la Copa Mundial y la UEFA Champions League están entre los más populares del fútbol y tienen un gran impacto en el mercado de las apuestas. Durante estas competiciones, el volumen de apuestas aumenta considerablemente, lo que provoca cambios importantes en la actividad económica asociada. En España, por ejemplo, se estima que las apuestas deportivas representan cerca del 1 % del PIB [[1](#_6.1_Bibliografía)]. Además, la influencia del fútbol no se limita al sector del juego. También tiene un efecto relevante en la economía nacional, especialmente en la generación de empleo. Solo en España, el fútbol contribuye con más de 194.000 empleos a jornada completa, incluyendo tanto puestos directos como indirectos relacionados con este deporte.[[10]](#footnote-10)

## 2.3 Marco teórico del trabajo

2.3.1 Modelos Probabilísticos en el Deporte

Introducción al uso de modelos estadísticos para analizar eventos deportivos

Justificación del enfoque probabilístico para modelar resultados no deterministas como los del fútbol.

Ejemplos clásicos en los que se aplican distribuciones de probabilidad: goles, tarjetas, lesiones, etc.

Diferencia entre predicción determinista y probabilística (estimación de probabilidades de eventos).

Nuevo apartado de Modelos de Cuenta o Modelos de Conteo

Efecto contagio de la binomial negativa

Justificación

2.3.2 Distribución de Poisson: Definición y Propiedades

Definición formal de la distribución de Poisson

Función de masa de probabilidad

Interpretación del parámetro λ como la tasa media de ocurrencia por unidad de tiempo o espacio

Propiedades fundamentales

Aplicaciones típicas en conteo de sucesos raros o discretos (tráfico, llamadas, goles…).

2.3.3 Aplicación de Poisson al Modelado de Goles en Fútbol

Justificación empírica de que los goles pueden modelarse como eventos independientes y discretos.

Supuestos que hacen razonable su uso: goles como eventos poco frecuentes y separados.

Cómo estimar λ para un equipo (como local o visitante) a partir de datos históricos.

Construcción de modelos individuales por equipo (por ejemplo, Real Madrid como local).

Ejemplos de cómo se aplica la fórmula para obtener la probabilidad de marcar X goles.

Introducción a Modelos Bivariantes

2.3.4 Modelo de Poisson Doble

Explicación del modelo de Maher (1982): goles locales y visitantes como dos Poisson independientes

Introducción de los parámetros de ataque, defensa y localía.

Mejoras de Dixon-Coles:

* Corrección para resultados bajos (0-0, 1-1).
* Ponderación temporal para dar más peso a partidos recientes.
* Ventajas del modelo frente al Poisson simple

2.3.5 Supuestos y Limitaciones

Supuestos del modelo clásico de Poisson:

* Independencia de los goles de cada equipo.
* Tasa constante durante el tiempo del partido.

Limitaciones:

* No modela la interacción entre los equipos (ej. un equipo marca más cuando el otro va perdiendo).
* Problemas con la overdispersion (la varianza es mayor que la media en datos reales).

2.3.6 Cálculo de Probabilidades de Victoria, Empate y Derrota

* Combinación de dos distribuciones de Poisson (una por cada equipo) para obtener la distribución conjunta de marcadores.
* Construcción de una matriz de probabilidades de resultado exacto
* Suma de probabilidades según el desenlace
* Visualización de la distribución de resultados posibles en un partido.

2.3.7 Valor Esperado y Comparación con Cuotas de Apuestas

* Definición de valor esperado en el contexto de apuestas.
* Cálculo del VE para diferentes tipos de apuestas (H/D/A).
* Interpretación del VE positivo como indicador de apuesta rentable a largo plazo.
* Definición de probabilidad implícita a partir de las cuotas
* Comparación entre probabilidades del modelo de Poisson y las cuotas del mercado.

## 2.2 Trabajos Relacionados

Este apartado debe recoger otros trabajos académicos -desde otros TFG, TFM o tesis doctorales relacionadas con nuestro tema, a monografías en forma de libro o de artículo académico publicado en cualquier lengua- que hayan abordado una problemática similar a nuestro TFG. Una búsqueda bibliográfica ajustada a un TFG, pero lo más amplia posible es, hoy en día, muy sencilla por medio de instrumentos como Google Académico ([scholar.google.es](https://scholar.google.es/schhp?hl=es)), y otros similares.

# 3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

En este capítulo debe aparecer una justificación de las técnicas empleadas para investigar sobre el tema, escribir el trabajo y desarrollar la parte práctica (si la hubiera), especificando las razones por las que se han descartado otras igualmente aplicables. Es un apartado muy importante, porque no puede haber avance científico sobre un tema sin utilizar un método previamente establecido por el consenso académico (metodologías de investigación).

## 3.1 Metodología

En este apartado se especificarán las fases del trabajo, así como la metodología o metodologías empleadas para desarrollar cada una de las fases.

## 3.2 Tecnologías empleadas

En este apartado se describen, con el nivel de detalle más adecuado, las tecnologías aplicadas para el desarrollo del trabajo (si es que se ha utilizado alguna). Suele ser necesario en los TFG con un componente más práctico o que desarrollen programación, diseño, programas específicos, etc.

# 4. DESARROLLO DEL TRABAJO

En este capítulo se desarrolla el “cuerpo” del TFG, es decir, se describe cómo se han ido desarrollando las fases, cómo se han perseguido los objetivos y los resultados conseguidos. Es la parte más importante del TFG.

# 5. CONCLUSIONES

Junto con el capítulo de Introducción, al que debe dar respuesta, este capítulo debería poder leerse con autonomía del resto del documento, por lo que debe ser claro, sintético y didáctico. Debe incluir sugerencias sobre trabajos futuros que pudiesen continuar con el trabajo iniciado en el TFG. Una conclusión personal final no está fuera de lugar (¿qué ha significado el TFG para el alumno/a?).

# 6. REFERENCIAS

Todas las imágenes, tablas y referencias bibliográficas de este Trabajo de Fin de Grado quedan registradas en este apartado siguiendo la normativa APA7

## 6.1 Bibliografía

[1] KPMG Asesores S.L. (2023). Impacto socioeconómico del fútbol profesional en España. KPMG.

[2] Maher, M. J. (1982). Modelling association football scores. Statistica Neerlandica

[3] Dixon, M. J., & Coles, S. G. (1997). Modelling association football scores and inefficiencies in the football betting market. Applied Statistics.

[4] Nguyen, Q. (2021). Poisson Modeling and Predicting English Premier League Goal Scoring. Loyola University Chicago

[5] Aoki, R., Assunção, R., & Vaz de Melo, P. O. S. (2017). Luck is Hard to Beat: The Difficulty of Sports Prediction. In Proceedings of the 23rd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining.

[6] Groll, A., Schauberger, G., & Tutz, G. (2018). Prediction of major international soccer tournaments based on team-specific regularized Poisson regression.

[7] Vlastakis, N., Dotsis, G., & Markellos, R. N. (2009). How efficient is the European football betting market? Evidence from arbitrage and trading strategies. Journal of Forecasting.

[8] Robbins, T. R. (2022). On the Efficiency of Sports Betting Markets. Decision Sciences Institute.

[9] Spearman, W. (2028). Beyond Expected Goals. Sports Analytics Conference. MIT Sloan, Boston MA.

## 6.2 Índice de Figuras

## 6.3 Índice de Tablas

# ANEXOS

En este apartado se adjunta todo el material citado que ocupe demasiado espacio para ser incluido en el cuerpo de este Trabajo de Fin de Grado o que pueda desviar la atención del lector.

1. ESPN. (2021, 18 abril). El fútbol es el deporte más popular del mundo: más de 4 mil millones de aficionados lo siguen. ESPN Deportes. https://espndeportes.espn.com/ [↑](#footnote-ref-1)
2. El País. (2023, 28 septiembre). El fútbol profesional duplica su peso en el PIB español en una década. https://elpais.com/ [↑](#footnote-ref-2)
3. Statista. (2024, 12 marzo). Valor de mercado de las apuestas deportivas en el mundo. https://es.statista.com/ [↑](#footnote-ref-3)
4. ESPN staff (2014, 11 Junio). Soccer Power Index explained. https://www.espn.com/ [↑](#footnote-ref-4)
5. La evolución histórica de las apuestas deportivas: de los juegos antiguos a la era digital. (2023, 21 junio). Fox Sports. https://www.foxsports.com. [↑](#footnote-ref-5)
6. Fernández, R. (2025, 13 febrero). Las apuestas y los juegos de azar en el mundo: Datos estadísticos. https://es.statista.com/ [↑](#footnote-ref-6)
7. Mouzo, J. (2024, 24 octubre). La amenaza de llevar un casino en el bolsillo: 80 millones de adultos sufren adicción al juego. El País. https://elpais.com [↑](#footnote-ref-7)
8. Zuppello, M. (2024, 30 septiembre). Adicción a las apuestas online en Brasil. Infobae. https://www.infobae.com [↑](#footnote-ref-8)
9. (2024, abril) El Pilón. Los favoritos de los aficionados: Los deportes más populares para apostar. https://elpilon.com.co [↑](#footnote-ref-9)
10. Villar, G. (2023, 13 octubre). La cara B de la riqueza que genera el fútbol: el 43% del gasto de los aficionados va a las apuestas online. Relevo. https://www.relevo.com [↑](#footnote-ref-10)