****

Modelado estadístico de resultados de fútbol mediante 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 7

1.2.3 Cuotas de apuestas y eficiencia de mercado 7

1.3 Objetivos del Trabajo 8

2. ESTADO DE LA CUESTIÓN 9

2.1 El Mercado de las Apuestas Deportivas 9

2.1.2 Funcionamiento de las Cuotas y el Mercado de Apuestas 9

2.1.3 Impacto Económico y Social 11

2.2 El Futbol y las Apuestas 11

2.2.1 Tipos de Apuestas en el Futbol 12

2.2.2 Impacto Económico de las Apuestas en el Fútbol 12

2.3 Marco teórico del trabajo 12

2.3.1 Modelos Probabilísticos en el Deporte 12

2.3.2 Distribución de Poisson: Definición y Propiedades 12

2.3.3 Aplicación de Poisson al Modelado de Goles en Fútbol 12

2.3.4 Modelo de Poisson Doble 13

2.3.5 Supuestos y Limitaciones 13

2.3.6 Cálculo de Probabilidades de Victoria, Empate y Derrota 13

2.3.7 Valor Esperado y Comparación con Cuotas de Apuestas 13

2.2 Trabajos Relacionados 14

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS 15

3.1 Metodología 15

3.2 Tecnologías empleadas 15

4. DESARROLLO DEL TRABAJO 16

5. CONCLUSIONES 17

6. REFERENCIAS 18

6.1 Bibliografía 18

6.2 Índice de Imágenes 18

6.3 Índice de Figuras 18

ANEXOS 19

# 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), 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. [[1](#_6.1_Bibliografía)]

El fútbol ocupa un lugar privilegiado como uno de los deportes que más apuestas generan, dada su enorme base de seguidores y la frecuencia 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), lo que refleja un creciente interés por anticipar resultados y obtener beneficios a partir de ellos. 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 claro tanto para operadores como para analistas.

Sin embargo, predecir los resultados de un partido de fútbol es notoriamente 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

Introducción a esta sección

1.2.1 Incertidumbre en los Resultados Deportivos

Analizar cómo el fútbol, como deporte de marcador bajo, presenta un alto grado de incertidumbre en sus resultados, lo que motiva el uso de modelos probabilísticos para comprender y estimar su comportamiento.

* La naturaleza aleatoria del fútbol.
* Que es difícil predecir con certeza un resultado.
* Que hay variabilidad incluso entre equipos desiguales.

1.2.2 Limitaciones de los Modelos Matemáticos y Estadísticos

Analizar cómo los modelos matemáticos y estadísticos presentan limitaciones debido a la necesidad de hacer suposiciones simplificadas y a la dependencia de datos incompletos o imperfectos.

* Requieren asumir condiciones ideales que no siempre reflejan la realidad.
* Simplifican fenómenos complejos para poder ser calculables.
* Dependen fuertemente de la disponibilidad y calidad de los datos.

1.2.3 Cuotas de apuestas y eficiencia de mercado

Se aborda el problema de si las cuotas de apuestas reflejan con precisión la probabilidad real de los resultados. Si existen desviaciones sistemáticas, esto indicaría que el mercado no es totalmente eficiente y que modelos estadísticos bien construidos podrían detectar valor

* La sospecha de que las cuotas pueden estar sesgadas (por ejemplo, por el comportamiento de los apostadores o intereses comerciales).
* Que esto genera un desajuste entre probabilidad real y cuota ofrecida.
* Que, si hay ineficiencia, un modelo bien calibrado podría aprovecharla (lo que tiene implicaciones económicas reales).

## 1.3 Objetivos del Trabajo

Objetivo general: 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.

Objetivos específicos:

* Implementar un modelo estadístico basado en la distribución de Poisson para estimar la cantidad de goles esperados por cada equipo en un partido.
* Estimar los parámetros de ataque, defensa y ventaja de localía a partir de datos históricos de resultados de fútbol.
* Calcular las probabilidades de los diferentes resultados posibles (victoria local, empate, victoria visitante) a partir del modelo.
* Comparar las probabilidades estimadas por el modelo con las cuotas ofrecidas por casas de apuestas deportivas.
* Evaluar la existencia de posibles ineficiencias en el mercado de apuestas mediante el análisis del valor esperado y la simulación de estrategias de apuesta.

# 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

## 2.1 El Mercado de las Apuestas Deportivas

Las apuestas deportivas han experimentado una notable transformación a lo largo de la historia. Lo que comenzó como actividades informales en tiempos antiguos ha evolucionado hasta convertirse en un sector con un enorme impacto económico. A lo largo de este proceso, se han producido momentos clave, como la legalización y regulación de las apuestas en Inglaterra en el siglo XVIII.[[4]](#footnote-4) En las últimas décadas, el avance de la tecnología y la llegada de Internet han dado lugar al surgimiento de plataformas digitales que permiten apostar en directo. Este apartado tiene como objetivo ofrecer una visión general del contexto actual de las apuestas deportivas.

2.1.2 Funcionamiento de las Cuotas y el Mercado de Apuestas

Cuotas de apuestas y como reflejan probabilidades implícitas

Diferencia entre cuotas justas y reales

Cómo calculan las casas de apuestas sus cuotas

* Modelo de rentabilidad

Tipos de casas de apuestas

Concepto de eficiencia del mercado en apuestas deportivas.

Sesgos e Ineficiencias

* Longshot Bias
* Home-Field Advantage Misestimation
* Incorporación Tardía de Información

2.1.3 Impacto Económico y Social

Dimensión económica del mercado de apuestas a nivel global y nacional

Implicaciones sociales: adicción, regulación legal, publicidad, accesibilidad online.

## 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[[5]](#footnote-5). 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

Descripción de los principales tipos de apuesta

Descripción detallada de en cuales se centra este trabajo y por qué

2.2.2 Impacto Económico de las Apuestas en el Fútbol

Eventos con más impacto económico en el mercado de apuestas

Riesgos de dependencia económica del deporte respecto a las apuestas.

## 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).

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.

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, citas al pie y referencias del TFG han de quedar registradas en este apartado siguiendo la normativa APA

## 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

## 6.2 Índice de Imágenes

## 6.3 Índice de Figuras

# ANEXOS

En los anexos se adjuntará todo el material citado que ocupe demasiado espacio para ser incluido en el cuerpo de texto o que pueda desviar la atención del lector. Cualquier gráfico, estadística, línea de código, texto de referencia, entrevista o escolio técnico que no esté directamente vinculado con el desarrollo y las conclusiones del TFG pero que se quiera añadir como material de consulta es susceptible de incluirse en un anexo

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. 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-4)
5. (2024, abril) El Pilón. Los favoritos de los aficionados: Los deportes más populares para apostar. https://elpilon.com.co [↑](#footnote-ref-5)