Unbetting Football, Capítulo II  
La Caja de Pandora

*La primera vez que leí un libro yo tenía 21 años, y esto no lo digo con pena ni vergüenza, es lo que es. Sin embargo, ese primer libro lo leí por accidente, porque un amigo lo dejó olvidado sobre la mesa. Aunque la portada de inmediato me llamó la atención porque reconocí a quien aparecía, confieso que lo miré durante un rato sin saber qué hacer. El acto de la lectura me era algo totalmente ajeno, extraño, ni siquiera entendía para qué o por qué lo hacían otras personas. Pero abrí ese libro y descubrí la lectura, y digo que la descubrí, así tal cual, porque para mí fue como descubrir algo de lo que no tenía ni la menor noción de su existencia.*

*Recuerdo que el hecho de saber lo que pensaba obra persona que había vivido una vida totalmente distinta a la mía, en otro lugar, o incluso en otro tiempo, me pareció sorprendente, increíble. Era como si se pudiera ser ajeno al tiempo. ¿Cómo era posible? Todavía me lo pregunto, y nunca ha dejado de asombrarme.*

*Hace poco volví a leer ese mismo libro, casi 20 años después, y este capítulo es mi manera de dar las gracias.*

|  |
| --- |
| Aquiles y Ájax jugando a los dados, 540-530 antes de Cristo, atribuido al artista Exekias. Ánfora de Terracota, 2 metros de altura. Musei Vaticani, Roma. |
| *Aquiles y Áyax jugando a los dados*, 540-530 antes de Cristo. Firmado por el artista Exekias. Ánfora de Terracota, altura 60 centímetros. *Musei Vaticani*, Roma. |

El acto de apostar, en mi opinión, es una proyección personal plasmada a través de una creencia en el futuro, que llega al punto de arriesgar algo con valor para poner a prueba tu creencia. Intuyo que lo más probable es que desde un inicio el juego y el acto de apostar estuvieron vinculados, de ahí creo que el deporte puede ser descrito o entendido (al menos en parte) como un estado posterior de los juegos infantiles, llevado a una escala social. Personalmente, creo que el acto de apostar es algo casi tan antiguo como la sociedad misma, sin embargo, el negocio de las apuestas es algo distinto.

En el año de la pandemia, en pleno 2020, con la práctica totalidad de las competiciones deportivas canceladas, de acuerdo con datos de Forbes, jugadores como Lionel Messi y Cristiano Ronaldo percibieron en conjunto algo así como 5,000 millones de pesos mexicanos [[1](https://www.forbes.com/sites/christinasettimi/2020/09/14/the-worlds-highest-paid-soccer-players-2020-messi-wins-mbappe-rises/?sh=ccd80361cff0)]. Sin embargo, si sumamos el ingreso de los 10 jugadores mejor pagados de ese mismo año, el monto alcanzaría casi los 12,000 millones de pesos y, aun así, nos quedaríamos cortos para igualar lo que ingresó una sola persona vinculada al futbol: Denise Coates.

# El Imperio del Tiempo

Hacia el inicio del año 2000 una empresa familiar solicitó un préstamo al *Royal Bank of Scotland* por un monto equivalente a casi 450 millones de pesos. No mucho después la empresa originaria de la ciudad Stoke-on-Trent, en el Reino Unido, realizó la compra de un dominio que al año siguiente sería lanzado como [www.bet365.com](http://www.bet365.com). Para 2005 la empresa vendió sus 59 negocios de tragamonedas y casinos y decidió enfocarse en el negocio en línea [[2](https://www.gamblingsites.org/history/bet365/)].

En el 2020, el año de la pandemia, Bet365 llegó a ser una empresa cuyas perspectivas de crecimiento pueden plasmarse a través del siguiente dato: ese mismo año el ingreso (salario más dividendos) de su CEO, Denise Coates, rebasó el equivalente a los 13,000 millones de pesos mexicanos [[3](https://www.theguardian.com/business/2021/mar/31/bet365-boss-denise-coates-pay-may-exceed-1bn-in-four-years)]. Para ponerlo en perspectiva, ese mismo año el gobierno de México destinó, aproximadamente, esa misma cantidad en todo su Presupuesto de Cultura [[4](https://www.proceso.com.mx/reportajes/2019/12/7/presupuesto-cultural-2020-el-esquema-de-siempre-235441.html)]. Dicho de otra forma, el ingreso bruto de Denise equivale a lo que todo un país de más de 120 millones de personas destina en su presupuesto cultural, lo que viene siendo en el caso de México, desde 2010, una constante que equivale a 0.2% de PIB, dicho de otra forma, si multiplicamos por 500 el ingreso de Denise tendríamos el equivalente al Producto Interno Bruto del décimo país más poblado del mundo.

En el año 2020 la pandemia obligó a que la mayoría de las competiciones deportivas del mundo fueran suspendidas, generando pérdidas de niveles históricos en el sector, sin embargo, y a pesar de ello el sector de las apuestas en línea ha dado un repunte notable hacia lo que todas las proyecciones concluyen será un crecimiento sostenido en los próximos años. De acuerdo con datos de Statista [[5](https://www.statista.com/statistics/270728/market-volume-of-online-gaming-worldwide/)] el tamaño actual del mercado de apuestas en línea es de 59 billones de dólares y se espera que, para 2023, el tamaño del mercado casi se duplique. En general, existe un consenso en las proyecciones a futuro que sostienen que habrá un crecimiento en el sector de las apuestas en línea, pero lo más importante para este capítulo de Unbetting Football es que todo parece apuntar a que ese crecimiento se mantendrá *año con año*. Pero ¿cómo pueden tener esa certeza?

Ha llegado el momento de hablar acerca de cómo empresas como Bet365 ganan dinero.

# Detrás de las apuestas

En este artículo y en los posteriores se utilizará el formato decimal para las apuestas. En la siguiente tabla se muestra un escenario habitual para un partido de futbol:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Victoria del Local | Empate | Victoria del Visitante |
| 2 | **3.18** | **4** |

Si una persona apuesta a que el Equipo Visitante gana el partido, recibiría: , pero, en caso de que el partido terminase con empate o victoria del equipo local, el apostador perdería su dinero. Al número que multiplica a tu dinero se le llama **Momio**, sin embargo, un momio no es solo un multiplicador, pues también representa una probabilidad *implícita*. Para expresar un momio en términos de probabilidad se requiere hacer lo siguiente:

Que, aplicado al ejemplo anterior, quedaría así:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Victoria del Local | Empate | Victoria del Visitante |
| 2 | **3.18** | **4** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Victoria del Local | Empate | Victoria del Visitante |
| 0.5 (50%) | **0.31 (31%)** | **0.25 (25%)** |

Ahora, si sumamos los porcentajes obtendremos: , por supuesto, esto no es un error. El 6% extra representa la ganancia o *Margen* de la Casa de Apuestas. Una manera sencilla de remover ese margen es dividir entre tres el margen:

Para después, solo restar ese 2% a cada resultado, así:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Victoria del Local | Empate | Victoria del Visitante |
| 50% | **31%** | **25%** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Victoria del Local | Empate | Victoria del Visitante |
| 48% | **29%** | **23%** |

Ahora, por fin, cuando sumamos los porcentajes obtenemos: . Pero ¿por qué hacemos esto? puede parecer poco, sin embargo, este proceso es necesario para hacer Probabilidad como Tláloc manda (recordemos que La Probabilidad debe estar entre 0% y 100%). Con este sencillo proceso podemos limpiar todas las apuestas deportivas de todo el mundo y utilizarlas para construir lo que haremos a continuación. Vamos a construir juntos una medida para el futbol.

# La Caja de Pandora

Imagina que haremos algo tan sencillo como lanzar una moneda al aire. Nuestra moneda tiene dos posibles resultados y los consideraremos como:

y

De ahí que, si lanzamos nuestra monedita al aire 2 veces y cae Cara y luego Cruz, si promediamos sus resultados obtendríamos:

Ahora estiremos un poco la imaginación y supongamos que contamos con la ayuda de 1000 personas, todas con una moneda como la nuestra y les pedimos que lancen sus monedas al mismo tiempo, para después promediar sus resultados. El promedio de los lanzamientos tendería a:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

Ahora imagina que le pedimos a 1 persona que lance su moneda 1000 veces, para después, promediar sus resultados. El promedio de los lanzamientos tendería a:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

Lo anterior nos lleva a concluir lo siguiente:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

En este momento necesitamos hacernos una pregunta: ¿qué pasaría si el lanzamiento de una moneda tardase, por ejemplo, una semana? Si este fuera el caso, para obtener el promedio de 1 persona que realiza 1000 lanzamientos necesitaríamos casi 20 años, sin embargo, como sabemos que el promedio de 1000 personas lanzando 1 vez es equivalente, bastaría una semana para obtener el promedio que buscamos. En los procesos donde se cumple este tipo de igualdad, podemos observar lo siguiente:

**Es posible intercambiar el tamaño de una muestra por El Tiempo**

Es necesario dejar que la idea anterior se asiente en nuestras cabezas (la primera vez que lo pensé creo que hasta se me erizó la piel, es que, si lo piensas, esto ha estado enfrente de nosotros todo el tiempo). Por supuesto, todo esto tiene nombres propios y quien tuvo a bien divulgar estas ideas es Nassim Nicholas Taleb (El Maestro), a quien no puedo expresar en palabras cuánto recomiendo leerle, para mí es una de las personas más brillantes que existen y lo poco que entiendo de probabilidad se lo debo a él. La verdad yo nunca me había interesado por La Probabilidad hasta que leí El Cisne Negro. Dejo al final de este capítulo lecturas recomendadas para quien guste.

A partir de ahora al tipo de promedio de 1000 personas haciendo algo 1 vez lo llamaremos *Promedio de Población*, mientras que al tipo de promedio de 1 persona haciendo algo 1000 veces lo llamaremos *Promedio en El Tiempo*. A los procesos en los que ambos tipos de promedios coinciden se les llama Procesos Ergódicos. Así que, en resumen:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Proceso Ergódico** | | |
|  |  |  |

Por otro lado, a los procesos en los que no se cumple la igualdad anterior, se les llama procesos no-Ergódicos. Lo que diferencia a uno y otro tipo de procesos, es decir, cómo reconocer cuando un proceso es Ergódico o no, es una condición de la que hablaremos en un capítulo posterior, pero también dejaré al final de este capítulo una clase y una lectura recomendada para quien guste. En realidad, la condición que limita u obstruye la Ergodicidad es, para mí, de lo más interesante, pero por ahora creo que es mejor centrarnos en la Ergodicidad para mostrar aplicaciones útiles en los deportes. Además, ya viene siendo hora de empezar a hablar en serio.

# Intercambiando el tamaño de la muestra por El Tiempo

Para elaborar el siguiente estudio y varios de los siguientes que publicaré pedí permiso a Joseph Buchdahl de Football-data.co.uk para emplear sus datos sobre resultados deportivos y apuestas vinculadas a ellos. Se trata de una base de datos de alrededor de 150,000 partidos de 28 ligas europeas, a lo que añadí resultados y datos de la Liga MX. Todos los datos presentados en este capítulo involucran solo resultados de partidos de liga o temporada regular y, para el caso particular de este capítulo, se incluyen resultados de 2012 a 2020. El tratamiento de datos fue hecho con Python 3.9.7.

El 24 de octubre de 2020 ocurrió el partido Barcelona vs Real Madrid y el escenario del partido, según las casas de apuestas, fue el siguiente:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Barcelona | Empate | Real Madrid |
| 48% | **26%** | **26%** |

En este momento debemos tener cuidado de no perder el sentido de lo que representa una Probabilidad, tengamos en cuenta lo siguiente: La Probabilidad no puede decirnos qué ocurrirá en un evento en específico.

**La Probabilidad es una descripción de lo que tendería a ocurrir en el largo plazo**

Continuando con la narración, supongamos que fuese posible que, en octubre de 2020, en ese momento en el tiempo, *ese* Barcelona y *ese* Real Madrid decidieran zanjar de una vez por todas quién es el mejor entre *esos* dos clubes, para lo que jugarían una serie de 100 partidos entre ellos. Si jugasen un partido por semana tardarían poco menos de 2 años en cumplir la centena de partidos. Pero *¿y si pedimos a 1000 personas que lancen una moneda?* Es decir, en este contexto: ¿y si observamos qué ocurrió en los otros partidos que tenían el mismo escenario?

Table

Description automatically generatedEntre 2012 y 2021 hubo un total de 2075 partidos que las casas de apuestas plantearon con ese mismo escenario. Algunos ejemplos de partidos que fueron considerados como dentro del mismo escenario se muestran en la tabla siguiente. Si observamos los partidos, en general podríamos sugerir que habría un consenso en que, si bien, en niveles distintos, **los partidos son proporcionales a escala**, es decir, los partidos de la tabla siguiente son similares en paridad de rivales al Barcelona vs Real Madrid de octubre de 2020.

Reuniendo esos 2075 partidos se obtuvieron los promedios de las estadísticas registradas. Se encontró, por ejemplo, que los equipos locales anotaron 1.55 goles en promedio por partido, y los visitantes promediaron 1.07 goles por partido, pero ¿qué nos dice esto? Una manera de interpretar los resultados podría ser pensarlos, literalmente, en términos de 100 partidos. Por ejemplo, si dos equipos se enfrentasen en estas mismas circunstancias, al cabo de 100 partidos entre ellos, esperaríamos que el local tendiese a anotar 155 goles (59% del total), mientras que el visitante tendería a 107 (41% del total). Observemos el resumen de algunos datos presentados en la siguiente gráfica:

Otra manera de interpretar el gráfico anterior es que, si pudiésemos extender en el tiempo los partidos, es decir, aumentar la cantidad de partidos entre el Barcelona y el Real Madrid del 24 de octubre de 2020, los resultados tenderían a lo que se muestra en la gráfica. Pero ¿cómo puede esto ayudarnos a entender qué está sucediendo? En primer lugar, por supuesto que este tipo de competición (100 partidos seguidos contra el mismo rival) sería impracticable en casi cualquier deporte, en especial en el caso del futbol en el que incluso una liga con pocos partidos como la Liga MX, donde cada equipo juega 17 partidos en fase regular, puede presentar hasta 17 distintos escenarios para cada equipo. Es necesario tomar un ángulo distinto: pensemos en un caso más simple y, después, veamos si a partir de ahí llegamos a algo interesante (y llegaremos).

Imaginemos que hay una liga de futbol en la que un equipo, al que llamaremos La Jaiba Brava (saludos a mi Tampico), se enfrentará solamente a tres rivales a los que solo recibirá como local y, además, deberá enfrentarse 10 veces a cada uno, dando un total de 30 partidos. Cada uno de los enfrentamientos cae en los escenarios planteados a continuación:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| La Jaiba Brava | Empate | Rival 1 |
| 58% | **25%** | **17%** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| La Jaiba Brava | Empate | Rival 2 |
| 48% | **26%** | **26%** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| La Jaiba Brava | Empate | Rival 3 |
| 38% | **29%** | **33%** |

Como seguro estarás intuyendo, existe una nutrida muestra disponible para cada uno de esos 3 escenarios (algunos miles, de hecho). Para simplificar el análisis inicial, pensemos solo en términos de otra estadística, los **Puntos Esperados** que, para esos 3 escenarios, serían los siguientes:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Escenario** | **Puntos Promedio del Equipo Local** | **Puntos Promedio del Equipo Visitante** |
| **Local 58%** | **1.9** | **0.8** |
| **Local 48%** | **1.7** | **1.1** |
| **Local 38%** | **1.4** | **1.3** |

Si consideramos que en cada escenario se jugarían 10 partidos, podríamos solo **multiplicar por 10 cada uno** de los promedios y sacar sus totales sumándolos, como se muestra aquí:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Escenario** | **Puntos Esperados del Equipo Local** | **Puntos Esperados del Equipo Visitante** |
| **Local 58%** |  |  |
| **Local 48%** |  |  |
| **Local 38%** |  |  |
| **TOTALES** | **50** | **32** |

Cuando llegase el final del torneo el Tampico FC podría medir su desempeño en cuanto a los puntos que obtuvo en el torneo mediante una simple división; si el equipo obtuvo, por ejemplo, 55 puntos y se esperaba que obtuviera 50, su desempeño estaría 10% por arriba de lo esperado. Lo mismo se puede hacer para establecer una referencia de desempeño para cualquier otra estadística (por ejemplo, si el Tampico hubiese cometido un total de 360 faltas y se esperaba que cometiese 300, tendría 20% más faltas de lo esperado). Por supuesto, gracias a que todo ocurre a escala, ese sencillo ejercicio: **medir las variaciones respecto a lo esperado**, podemos replicarlo en cualquier liga e, incluso, desde diferentes perspectivas, lo único que necesitaríamos sería completar nuestra anterior tablita para incluir más escenarios. Una versión recortada se vería más o menos así:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Probabilidad de victoria del Equipo Local** | **Puntos Esperados del Local** | **Puntos Esperados del Visitante** |
| **0.92** | 2.9 | 0.1 |
| **0.9** | 2.8 | 0.1 |
| **0.88** | 2.8 | 0.2 |
| **0.86** | 2.7 | 0.2 |
| **0.84** | 2.7 | 0.2 |
| **0.82** | 2.6 | 0.3 |
| **0.8** | 2.6 | 0.3 |
| **0.78** | 2.5 | 0.3 |
| **0.76** | 2.5 | 0.4 |
| **0.74** | 2.4 | 0.4 |
| **0.72** | 2.4 | 0.4 |
| **0.7** | 2.3 | 0.5 |
| **0.68** | 2.3 | 0.5 |
| **0.66** | 2.2 | 0.6 |
| **0.64** | 2.2 | 0.6 |
| **0.62** | 2.1 | 0.6 |
| **0.6** | 2.1 | 0.7 |
| **0.58** | 2.0 | 0.7 |
| **0.56** | 2.0 | 0.8 |
| **0.54** | 1.9 | 0.8 |
| **0.52** | 1.9 | 0.9 |
| **0.5** | 1.8 | 0.9 |
| **0.48** | 1.7 | 1.0 |
| **0.46** | 1.7 | 1.0 |
| **0.44** | 1.6 | 1.1 |
| **0.42** | 1.6 | 1.1 |
| **0.4** | 1.5 | 1.2 |
| **0.38** | 1.5 | 1.2 |
| **0.36** | 1.4 | 1.3 |
| **0.34** | 1.3 | 1.4 |
| **0.32** | 1.3 | 1.4 |
| **0.3** | 1.2 | 1.5 |
| **0.28** | 1.2 | 1.6 |
| **0.26** | 1.1 | 1.6 |
| **0.24** | 1.0 | 1.7 |
| **0.22** | 1.0 | 1.8 |
| **0.2** | 0.9 | 1.8 |
| **0.18** | 0.8 | 1.9 |
| **0.16** | 0.8 | 2.0 |
| **0.14** | 0.7 | 2.1 |
| **0.12** | 0.6 | 2.2 |
| **0.1** | 0.5 | 2.3 |
| **0.08** | 0.5 | 2.4 |

Registrando los puntos esperados para cada equipo, jornada a jornada podemos construir el desempeño de los equipos mediante pequeñas sumas y, llegado una cantidad suficiente de partidos (más bien, temporadas completas), empezar a hacer **observaciones sobre las diferencias**. Pero mejor veamos algunos ejemplos con varios equipos. Empecemos con el Atlético de Madrid Campeón de **LaLiga en la temporada 2020-2021**, en el que resultaron campeones con la suma de 86 puntos en 38 partidos de liga. Pero ¿es esto mucho o poco? ¿En qué medida cumplieron con su expectativa? Observa cómo los puntos esperados se van acumulando jornada a jornada:

A picture containing chart

Description automatically generated

Observando la diferencia entre los Puntos Obtenidos y los Esperados, vemos que el Atlético de Madrid obtuvo 11.1 puntos más de lo que se esperaba, es decir, 15% más de los puntos que se esperaban de ese equipo en ese torneo (86 de 74.9). Sin embargo, si consideramos que a inicio del campeonato los principales favoritos eran Real Madrid y Barcelona [[6](https://www.highpresssoccer.com/2020-21-la-liga-odds/), [7](https://oddschanger.com/sports-news/202021-la-liga-winner-odds)], ¿qué tuvo que pasar para que el Atlético de Madrid ganase LaLiga? ¿solo fue mejor el Atlético de lo esperado o hubo una combinación de variaciones en los desempeños? Veamos la siguiente gráfica del Desempeño en Puntos de los primeros cuatro lugares de la temporada 2020-2021 de LaLiga:

Timeline

Description automatically generated with low confidence

Resulta muy ilustrativo que Sevilla y Atlético de Madrid tuviesen casi el mismo desempeño y, sin embargo, uno fue cuarto lugar y el otro campeón, esto se debe a que **el desempeño depende de lo que se espera de cada equipo en los escenarios a los que se enfrenta**. En general, un equipo que se enfrenta a escenarios más favorables se espera que obtenga, en el largo plazo, más puntos que un equipo que se enfrenta a escenarios menos favorables.

Veamos la siguiente tabla para LaLiga en la misma temporada 2020-2021, pero ahora incluyendo a todos los equipos.

Chart, bar chart

Description automatically generated

Resulta curioso que el equipo con mejor desempeño en el torneo no solo no fue el campeón, sino que estuvo lejos de serlo, Cádiz obtuvo 126% (44 puntos de 35 esperados) alcanzando apenas el 12vo puesto en la tabla general. Mientras que Barcelona, a pesar de tener un desempeño de apenas 94% (79 puntos de 84 esperados), le alcanzó para ser tercer lugar general. Observemos que Getafe, a pesar de tener el segundo peor desempeño del campeonato, logró salvar la categoría.

Las expectativas sobre un equipo dependen del propio equipo (con todos sus actores) y del entorno en el que competirá. La métrica presentada en este capítulo es precisamente eso: una cuantificación de las expectativas y su relación con el entorno (ligas). Por ejemplo, solo observando el número de puntos obtenidos por un equipo, ¿en qué medida es sensato exigir al cuerpo técnico de un equipo que obtenga tal o cual cantidad? ¿sería sensato exigir al Osasuna que obtenga 60 puntos, si sus puntos esperados están en 43? ¿Podríamos considerar como bueno el torneo de un equipo que solo alcanza 86% de su desempeño (quedándose a más de 7 puntos de lo esperado), como fue el caso del Athletic de Bilbao? O respecto a los cuerpos técnicos ¿en qué medida se puede dar un margen de tolerancia medible para observar su desempeño? En lo personal, considero que sería razonable incorporar métricas a contratos con expectativas dentro de un rango +/- un porcentaje respecto a lo esperado, considerando un mínimo de 30 partidos dirigidos. En cualquier caso, hay mucho que explorar, por ejemplo:

¿Qué papel juegan los directores técnicos y sus equipos en todo esto? Una pista: el DT no interfiere en el qué (puntos), pero sí en el *cómo* se llega (es decir, en todo lo demás).

¿Y los árbitros? ¿se podrá saber en qué medida los silbantes tienen injerencia en los partidos? ¿cómo reconocer a los mejores árbitros? Una pista: los mejores son los que más pasan desapercibidos.

¿Se podrá usar este tipo de métrica para otros deportes? Una pista: en muchos sí y en muchos no tanto, pero para eso necesitamos llegar al capítulo de cuándo no se cumple la Ergodicidad.

¿Se podrá usar esta métrica para construir estrategias de apuestas? Una pista: sí.

Hay mucho que atender en futuros capítulos.

Las siguientes secciones tienen por objetivo mostrar algunos ejemplos sobre cómo puede usarse la tabla de valores a la que me pareció apropiado llamarla *Metra* (singular de “medida” en griego [[8](http://etimologias.dechile.net/?metro)], aunque espero que pronto se hable de ello en plural). Ahora, para cerrar este capítulo veamos algunos ejemplos breves de aplicaciones.

# A manera de conclusión

Ing. Jaime G. Meléndez

Twitter: [@JamesGMelendez](https://twitter.com/JamesGMelendez)  
Web: <https://academiathi.com/>   
Email: [james@academiathi.com](mailto:james@academiathi.com)   
LinkedIn: [jaimemelendezthi](https://www.linkedin.com/in/jaimemelendezthi/)   
GitHub: [@castorx9000](https://github.com/castorx9000)

Síguenos en Enrachados Deportes  
Podcast: [Enrachados jueves 21:00 horas](https://www.facebook.com/EnrachadosDeportes)  
Twitter e Instagram: [@Enrachados\_deportes](https://www.instagram.com/enrachados_deportes/?hl=en)

Lectura recomendada: [El Cisne Negro](https://www.amazon.com.mx/cisne-negro-Nassim-Nicholas-Taleb/dp/8408008544), por Nassim Nicholas Taleb.

Clase sobre Ergodicidad: [What is Ergodicity?](https://youtu.be/VCb2AMN87cg) Por Alex Adamou del Laboratorio de Matemáticas de Londres.

Lectura recomendada: [Ergodicity: definition, examples and implications, as simple as possible (2nd edition), 2022](https://www.amazon.com/Ergodicity-Definition-Examples-Implications-Possible/dp/B09PHBV2HD/ref=pd_sbs_1/136-8307475-5781243?pd_rd_w=ifKg4&pf_rd_p=3676f086-9496-4fd7-8490-77cf7f43f846&pf_rd_r=3DK832SWZ2MMX6FN4QSJ&pd_rd_r=35cdf9f4-62c0-4636-b2a0-aa899457f12a&pd_rd_wg=TFN5m&pd_rd_i=B09PHBV2HD&psc=1). Por Luca Dellanna

# Apéndice

Leicester City FC, EPL 2015-2016. ¿De qué magnitud fue la hazaña del Leicester?

Text

Description automatically generated