



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales (ICADE)

TEORÍA DE GRAFOS APLICADA AL FC BARCELONA

Autor: Gonzalo Alonso-Viguera de Dueñas

Directora: Susana de los Ríos Sastre

MADRID | Abril 2024

RESUMEN

El presente estudio surge de los problemas económicos que atraviesa el fútbol español. La importancia de aumentar los ingresos unido a la capacidad de innovar en el área del marketing y relaciones comerciales permiten encontrar fuentes alternativas de ingresos. En este trabajo se emplea la Teoría de Grafos aplicada al F.C. Barcelona. El objetivo principal es analizar los eventos que se producen durante un partido de fútbol para vincularlos con estrategias de marketing y patrocinio, generando ingresos alternativos. Para ello, se analizan datos de partidos entre las temporadas 2008/09 y la 2018/19, lo que permite una muestra significativa para identificar patrones y oportunidades de establecer nuevas relaciones comerciales. Los resultados del análisis permiten identificar jugadores clave para determinadas relaciones en función de sus características y métricas.

Palabras clave: FC Barcelona, Teoría de Grafos, fútbol, relaciones comerciales, análisis de redes, nodos.

ABSTRACT

This paper results from the economic difficulties that Spanish football is going through. The relevance of increasing income together with the ability to innovate in the area of marketing and commercial relationships allow finding alternative sources of income. In this work, the Graph Theory is applied to F.C. Barcelona. The main objective is to analyze the events that occur during a football match in order to link them with marketing and sponsorship strategies, generating new sources of income. To this end, data from matches between the 2008/09 and 2018/19 seasons are analyzed, allowing for a meaningful sample to identify patterns and opportunities to establish new commercial relationships. The results of the analysis allow identifying key players for certain relationships based on their attributes and metrics.

Keywords: FC Barcelona, Graph Theory, football, commercial relationships, network analysis, nodes.

ÍNDICE

Índice de ilustraciones.....	4
Índice de tablas.....	4
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1. Planteamiento y justificación de la cuestión	5
1.2. Objetivos del análisis.....	6
1.3. Metodología	6
1.4. Estructura del trabajo	7
CAPÍTULO 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN.....	8
2.1. Estructura financiera de la industria del fútbol.....	8
2.2. Importancia de los ingresos comerciales	13
2.3. Grafos.....	16
2.3.1. Métricas.....	19
2.3.2. Otros modelos de analítica avanzada	20
CAPÍTULO 3. CASO DE ESTUDIO	20
3.1. Crisis FC Barcelona	20
3.2. Análisis red de pases F.C. Barcelona.....	26
3.3. Relación con las marcas comerciales	38
CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES.....	42
ANEXO	44
BIBLIOGRAFÍA.....	45
ANEXOS	49

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Ingresos en 2013 vs la tasa de crecimiento a 10 años de los 30 clubes más importantes de Europa.

Ilustración 2. Semifinalistas en UEFA Champions League (2008-2023)

Ilustración 3. Representación esquemática de un grafo dirigido

Ilustración 4. Cuenta de Pérdidas y Ganancias del FC Barcelona en miles de € (2019-2023)

Ilustración 5. Tabla de ratios del FC Barcelona (2019-2023).

Ilustración 6. Tabla general con jugadores más importantes por métrica y temporada

Ilustración 7. Modelo de grafos temporadas 2008/09-2009/10

Ilustración 8. Modelo de grafos temporadas 2010/11-2011/12

Ilustración 9. Modelo de grafos temporadas 2012/13-2013/14

Ilustración 10. Modelo de grafos temporadas 2012/13-2013/14

Ilustración 11. Modelo de grafos temporadas 2016/17-2018/19

Ilustración 12. Propuesta de jugadores para imagen de marca según sectores

Ilustración 13. Muestra de patrocinador con el F.C. Barcelona

Ilustración 14. Muestra de patrocinio Sergio Busquets con CaixaBank

Índice de tablas

Tabla 1. Tabla de métricas de jugadores temporadas 2008/09-2009/10

Tabla 2. Tabla de métricas de jugadores temporadas 2010/11-2011/12

Tabla 3. Tabla de métricas de jugadores temporadas 2012/13-2013/14

Tabla 4. Tabla de métricas de jugadores temporadas 2014/15-2015/16

Tabla 5. Tabla de métricas de jugadores temporadas 2016/17-2018/19

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento y justificación de la cuestión

El fútbol es el deporte más popular y practicado en el mundo. Su importancia y relevancia en todo el mundo es más que notable. En su totalidad, lo practican más de 250 millones de personas en más de 200 países, considerándolo como el deporte más divertido y fácil por establecer una conexión entre personas (Maimone y Yasseri, 2021).

En este sentido, este deporte es capaz de unir a las personas a través de un sentimiento y la pasión. Y además como consecuencia, es un deporte de una vital importancia para los países, su población y su economía. En España, en concreto, tiene un impacto directo de 8.316M €, ascendiendo hasta los 18.350M € si contamos el impacto indirecto e inducido, según los datos de KPMG (2023).

Sin embargo, a pesar de las importantes cifras que supone para el país, el fútbol profesional se encuentra en una encrucijada en la que los aspectos económicos y financieros son cruciales para garantizar su viabilidad y crecimiento sostenible. Y es que, los clubes de fútbol en España y Europa no consiguen solucionar los problemas económicos siendo referentes en gestión y en eficiencia financiera. Es más, en su afán por mantenerse competitivos aumentan sus volúmenes de deudas agravando año a año las pérdidas ordinarias acumuladas (Jiménez, 2014). Según el Consejo Superior de Deportes (2023), dichas deudas acumuladas alcanzan los 6.450M € en la temporada 2021/22.

Además, esta situación se agrava después del COVID-19 provocando un descenso bastante considerable en los ingresos procedentes de las taquillas y abonos dado que las autoridades decretaron el estado de emergencia, que trajo como consecuencia el ya conocido confinamiento y, por consiguiente, la paralización de la mayoría de las competiciones nacionales e internacionales. Además, en los meses siguientes, los aficionados no podían acudir al estadio a alentar a su equipo prorrogando este agujero en el “ticketing” (Pascual y Zamora, 2020).

Esto supuso un golpe duro a la economía de los distintos clubes, pero no es algo nuevo en cuanto a la pobre economía que vienen sosteniendo los clubes europeos a lo largo de las últimas décadas. Desde hace tiempo, la alta dirección de las entidades futbolísticas hace frente a dificultades económicas (Ascari y Gagnepain, 2007). También realiza este apunte Barajas y Rodríguez (2010), que resaltan que el apartado financiero de los clubes

españoles a lo largo de la historia ha sido bastante mejorable. En concreto, el FC Barcelona, atraviesa una situación económica complicada actualmente, tras varias temporadas con pérdidas y generando un gran volumen de deuda (LaLiga, 2023).

En esta dirección y debido a la situación de inoperancia económica actual, se observan cada vez más movimientos de clubes que buscan controlar ellos mismos los ingresos que producen como resultado de la actividad ordinaria de su negocio y nuevas formas de gestión, que buscan potenciar los ingresos comerciales (Vrooman, 2007) a través de la implementación de diferentes técnicas que tengan valor comercial para jugadores y clubes (Ufarte-Ruiz, 2021; Diel et al., 2021). El estilo de juego característico del FC Barcelona es óptimo para jugar con las estadísticas y sacar partido del valor comercial de los datos que se extraigan con el fin generar nuevas fuentes alternativas de ingresos (Fort, 2012).

1.2. Objetivos del análisis

Para la realización del presente trabajo, se pretende perseguir una serie de objetivos que ayudan a proponer una idea de solución al problema planteado en la cuestión. Dichos objetivos se dividen en los siguientes:

- Analizar mediante la Teoría de Grafos los eventos que se producen durante un partido de fútbol para vincularlos con estrategias de marketing y patrocinio, generando ingresos alternativos.
- Identificar marcas y sectores comerciales para poder relacionar dichas características fortaleciendo así la idea propuesta.

1.3. Metodología

El presente trabajo se fundamenta en la realización de un análisis de modelo de grafos del FC Barcelona, que se realizará con el fin de comprender y extraer la red de pases del club en cuestión. El motivo de escoger este tipo análisis se fundamenta en la particularidad del estilo del FC Barcelona y la capacidad de extraer patrones en el juego que no sean fáciles de detectar por los aficionados a primera vista.

Además, para la revisión de la literatura científica en el capítulo de Estado de la cuestión se fundamentará con la consulta de diversos documentos científicos disponibles en plataformas como *Web of Science*, *Scopus*, *ResearchGate* y Google Académico. Asimismo, se complementará con datos numéricos, gráficos y tablas provenientes de

informes económico-financieros elaborados por entidades de consultoría internacionalmente reconocidas, tales como Deloitte; así como de las cuentas anuales publicadas por el propio club en su página web.

Posteriormente, se llevará a cabo un estudio detallado del modelo de grafos del caso de estudio mediante un código escrito en *RStudio*, obteniendo los datos de la base de datos *StatsBomb*. El objetivo final de este análisis es identificar los sectores comerciales para poder relacionarlos con las características analizadas de cada jugador potenciando así los ingresos comerciales del club.

1.4. Estructura del trabajo

El presente trabajo exhibe la siguiente estructura separada en 4 capítulos. El capítulo 1 muestra una breve explicación a modo de planteamiento del tema, una justificación de la relevancia del tema, metodología y los objetivos.

En el capítulo 2, se realiza una puesta en contexto del tema, mostrando la evolución de la industria futbolística en nuestro país, centrandolo en el caso práctico que se escoge, que en este caso es el del F.C. Barcelona. Además, se introduce la teoría del modelo de grafos, así como una explicación de su funcionamiento, de tal manera que quede explicado cómo se va a utilizar para generar y analizar las redes de pases de los partidos para extraer las características más útiles para nuestra solución. A su vez, se describen las diferentes métricas más usadas en este tipo de análisis y se debaten cuáles pueden ser las más adecuadas.

En el capítulo 3, se muestra el porqué de la crisis económica del F.C. Barcelona y se explicará como un aumento en los ingresos comerciales puede sumar a la recuperación económica del club. Más adelante, se realiza el análisis de las redes de pases de los partidos jugados por el FC Barcelona. Dicho análisis se llevará a cabo con las mencionadas métricas y visualizaciones más significativas y visuales.

Concluyendo, en el capítulo 4, se exponen las conclusiones a las que se han llegado mediante la realización del trabajo conectando con la realidad actual del fútbol y hacia dónde se dirige y por qué se piensa que se trata de un ingreso óptimo para los clubes. Se mencionan, al mismo tiempo, las limitaciones del trabajo y las futuras líneas de

investigación que se dejan abiertas. Al final del presente trabajo se encuentra la bibliografía de las fuentes consultadas para realizar el presente escrito.

CAPÍTULO 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

Tal y como ha quedado patente según la revisión de varios autores de la literatura científica, los clubes de fútbol tienen la necesidad de encontrar nuevas fuentes alternativas de ingresos para poner fin al problema económico y financiero que atraviesan. A continuación, se pasa a establecer un marco de contexto que nos permita analizar el sector futbolístico, su industria y estructura económico-financiera.

2.1. Estructura financiera de la industria del fútbol

El fútbol no es una industria al uso, y es ahí donde encontramos el gran atractivo e incentivo para su estudio. Primeramente, la demanda para el fútbol consta de varios factores no triviales guiado, en gran parte, por los sentimientos transmitidos de generación en generación, que se adoptan desde bien pequeños, lo que provoca un seguimiento incondicional de su equipo. Todo esto, desemboca en un flujo de capital que, dependiendo de la grandeza del club y del número de personas con las que ha conseguido conectar, son mayores o menores y están principalmente basados en ver al equipo en el estadio y su merchandising (Carrión, 2017).

El modelo de negocio del fútbol sigue una cadena lineal formada por la demanda del aficionado. Como se ha señalado anteriormente, esto deriva en unos flujos de ingreso que, posteriormente, generan ingresos en los clubes con los que pueden hacer frente a sus gastos para continuar con el funcionamiento regular de un club de fútbol (Miller et. al, 2012).

La demanda de este deporte queda caracterizada por la emoción, la pasión, la lealtad y por ser una actividad de ocio y social. Esta demanda se da, principalmente, en los días de partido, ya sea en un bar, en el estadio o la propaganda que pagan las empresas. Esto supone ingresos para pequeños negocios que se benefician de este deporte y para los propios clubes, lo que resulta en la capacidad de hacer frente a traspasos de jugadores provenientes de otros equipos y gastos de gestión, entre otros (Miller et. al, 2012).

En base a lo mencionado, se comprende que no todos los ingresos de los clubes se componen únicamente de los aficionados, pero sí por ellos: derechos de TV, venta de jugadores e inversiones para que el club mejore sus prestaciones y haga disfrutar a la afición. La comunicación y el nexo con el aficionado es clave, por lo que estos ingresos han de estar correctamente gestionados y han de ser maximizados para un crecimiento constante y fortalecer la estructura financiera del club (Alonso y Avalos, 2014).

Haciendo hincapié en los diferentes flujos de ingresos, según el Consejo Superior de Deportes (2023), tanto los ingresos como los gastos los podemos diferenciar en ordinarios y extraordinarios. Por un lado, los ingresos ordinarios se separan en:

- Taquillas: aquellos ingresos que se obtienen procedentes de las entradas y abonos por los partidos que juega el club a lo largo de toda una temporada en cada una de las competiciones en las que participe.
- Derechos de Televisión: aquellos ingresos que se obtienen procedentes de los derechos de TV que pagan las teleoperadoras por tener los derechos legales para retransmitir todos los partidos que juegue el club a lo largo de toda una temporada en cada una de las competiciones en las que participe. La venta de estos ingresos suele gestionarlos la propia competición que luego reparte los que le corresponda a cada equipo.
- Publicidad y Comercialización: este apartado lo componen todos aquellos ingresos que se obtienen procedentes de los patrocinios que un club pueda conseguir a través de relaciones comerciales ya sea por lucir el logo en la camiseta de partido o calentamiento, en las vallas publicitarias del estadio o ciudad deportiva o mediante la cesión de los derechos de imagen de sus jugadores para spots publicitarios, anuncios o contratos de marca.

Por otro lado, encontramos los ingresos extraordinarios, compuestos de todos aquellos que no necesariamente deriven de la actividad habitual de la entidad deportiva. En este apartado entran los ingresos financieros, arrendamientos, venta de jugadores etc. (Consejo Superior de Deportes, 2023).

Los gastos ordinarios están compuestos, principalmente, por los gastos en personal y las amortizaciones. Estos dos gastos están muy relacionados con los salarios de los futbolistas y su amortización, en función de los años de contrato por los que se les hayan firmado. Los gastos extraordinarios están compuestos por todos aquellos que se salen del

objeto social de la entidad deportiva como pueden ser la adquisición de jugadores, transporte, comisiones de agentes, entre otros (Consejo Superior de Deportes, 2023). A su vez, tenemos los gastos extraordinarios que se pueden desglosar en salarios, comisiones de agentes, inversión y compra de jugadores, entre otros que, dependiendo de la estructura financiera y decisiones de la directiva, se les otorgará un mayor o menor peso (Miller et al., 2012).

Todos estos ingresos y gastos suponen un porcentaje con respecto a los montantes totales para cada club, que ha ido variando a lo largo de la historia. En sus orígenes, el fútbol otorgaba una mayor importancia todos los ingresos que provenían del estadio: taquilla y abonos, suponiendo casi un 90% de los mismos para el FC Barcelona, el club de referencia en el presente trabajo, y en torno a un 15% la explotación de los derechos comerciales (Gay de Liébana, 2016).

Según avanzan las décadas, los ingresos van virando hacia una mayor importancia en los derechos de patrocinio y relaciones comerciales suponiendo un 50% de los ingresos totales para el FC Barcelona frente a un 8% de los ingresos por entradas y abonos. Estos ingresos cobran más relevancia si hablásemos de los montos totales que suponen para el club, ya que traspasarían los 300 millones de euros en el caso del FC Barcelona (Gay de Liébana, 2016).

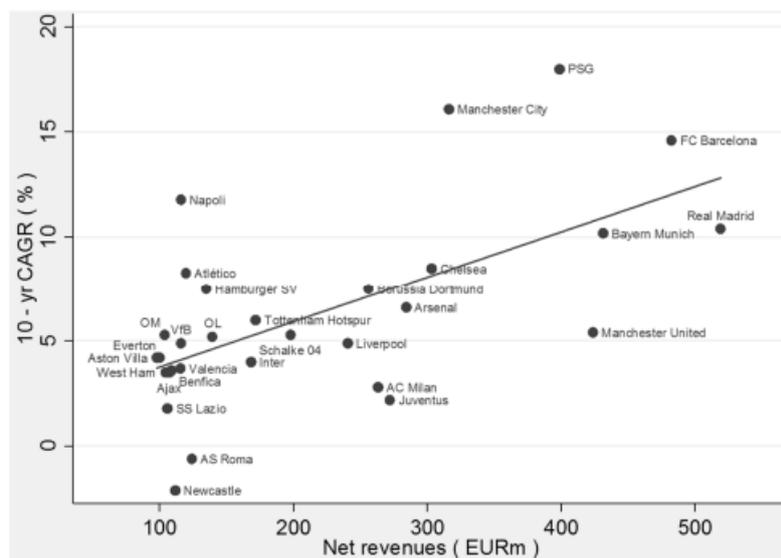
Por tanto, se entiende que los clubes cuidan cada vez más su estructura económica, buscando maximizar sus ingresos. Para ello, los modelos analíticos desempeñan un papel crucial, tratan de identificar áreas de mejora y basan la toma de decisiones en datos objetivos (Martínez et al., 2019). Con lo que, actualmente, un aspecto importante es la evaluación de la eficacia de las estrategias comerciales y de ingresos, que implica la construcción de nuevas estrategias basadas en modelos predictivos para pronosticar el impacto de diversas acciones (Martínez et al., 2019). Asimismo, cada vez se buscan más formas de cómo poder utilizar estas estrategias para acrecentar los ingresos actuales de cada club. Esto incluye la optimización de precios de tickets, el análisis de datos de audiencia televisiva y, tal y como abordaremos en el presente escrito, la gestión de acuerdos de patrocinio (Martínez et al., 2019).

La necesidad de inyectar nuevos ingresos y las grandes audiencias pueden llegar a impactar de manera positiva en los ingresos que provengan de merchandising, ticketing, derechos de televisión y, nuevamente, en otros ingresos comerciales, así como en un

mejor rendimiento que permita estirar la rueda de maximizar cada vez más los ingresos (Dimitropoulos y Koumanakos, 2015; Mnzava, 2013).

Prueba de ello, la relación que existe entre los ingresos y la tasa de crecimiento de los clubes de fútbol tiene, concretamente, un coeficiente de correlación de 0,631 según Rohde y Breuer (2016). De hecho, en consonancia con los propios Rohde y Breuer (2016) se muestra una gráfica que muestra dicha métrica para observar en qué medida cumple cada uno de los 30 clubes más importantes de Europa.

Ilustración 1. Ingresos en 2013 vs la tasa de crecimiento a 10 años de los 30 clubes más importantes de Europa



Fuente: Deloitte (2023)

También, cabe recordar que, evidentemente, este crecimiento en el valor de los clubes y sus ingresos tienen un impacto en las competiciones europeas (Rohde y Breuer, 2016). Desde el 2008, año en que se comienza el análisis hasta la temporada más actual, 2022/23, el 94% de los semifinalistas pertenecían al grupo de 20 clubes más importantes de Europa según Deloitte (2023).

Ilustración 2. Semifinalistas en UEFA Champions League (2008-2023).

Año	Campeón	Subcampeón	Semifinalista 1	Semifinalista 2	Top 20 (%)
2008	Manchester Utd.	Chelsea FC	FC Barcelona	Liverpool	100%
2009	FC Barcelona	Manchester Utd.	Arsenal FC	Chelsea FC	100%
2010	Inter Milán	Bayern Munich	Ol. Lyon	FC Barcelona	100%
2011	FC Barcelona	Manchester Utd.	Real Madrid	FC Schalke 04	100%
2012	Chelsea FC	Bayern Munich	Real Madrid	FC Barcelona	100%
2013	Bayern Munich	Borussia Dortmund	Real Madrid	FC Barcelona	100%
2014	Real Madrid	Atlético de Madrid	Chelsea FC	Bayern Munich	100%
2015	FC Barcelona	Juventus	Real Madrid	Bayern Munich	100%
2016	Real Madrid	Atlético de Madrid	Manchester City	Bayern Munich	100%
2017	Real Madrid	Juventus	Atlético de Madrid	AS Mónaco	75%
2018	Real Madrid	Liverpool FC	AS Roma	Bayern Munich	100%
2019	Liverpool FC	Tottenham	Ajax	FC Barcelona	75%
2020	Bayern Munich	PSG	RB Leipzig	Ol. Lyon	75%
2021	Chelsea FC	Manchester City	Real Madrid	PSG	100%
2022	Real Madrid	Liverpool FC	Manchester City	Villarreal	75%
2023	Manchester City	Inter Milán	Real Madrid	AC Milán	100%
Top 20 (%)	100%	100%	88%		94%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos UEFA.com (2023), Deloitte (2023) y Rohde y Breuer (2016)

Al observar la siguiente tabla, se muestra que, tanto los ganadores como los subcampeones de los 10 últimos años, están entre los 20 clubes europeos más importantes. Por otro lado, el 80% de los semifinalistas están entre los 20 clubes europeos más importantes. Esto se traduce en que es muy importante tener un valor de club e ingresos elevados para obtener un gran rendimiento en competiciones europeas, en este caso, la máxima competición continental de clubes, la UEFA Champions League.

Con el fin de tener un control económico sobre los clubes europeos, la UEFA introdujo el Fair Play Financiero en 2011. Esta herramienta de control representa un elemento clave en la industria del fútbol europeo, haciendo especial hincapié en la solvencia, estabilidad financiera y control de gastos por parte de los clubes europeos (UEFA, 2023).

Esta estabilidad consiste en mantener superávit de ingresos o un déficit, dentro de la desviación considerada como aceptable. En cuanto al control de costes la restricción pretende ser progresiva, controlando el gasto en salarios, traspasos y comisiones de agentes, limitados al 90% en la temporada 2023/24 hasta el 70% en la temporada 2025/26,

de lo contrario los clubes se enfrentarían a sanciones deportivas y/o económicas. Así, deriva en una solvencia económica dentro del marco futbolístico europeo (UEFA, 2023).

El Fair Play Financiero es fundamental para comprender mejor la estructura del fútbol. Como se ha citado previamente, la UEFA ha establecido una serie de reglas a las que los clubes europeos deberían atenerse a estas reglas para mantener su viabilidad financiera y, sobre todo, para garantizar que todas las instituciones deportivas estén en igualdad de condiciones. Por tanto, si no se cumplen dichas normas pueden resultar en sanciones como la prohibición de inscribir de futbolistas, multas económicas, el descenso de categoría o la falta de participación en competiciones organizadas por el organismo europeo (González, 2016).

Sin embargo, aunque esta herramienta nació como elemento de contención financiera ante derroches económicos desproporcionados, la verdad es que ha funcionado en equipos más modestos que participan en competiciones internacionales. A pesar de que los equipos más poderosos, en términos económicos, no han notado apenas diferencia en sus cuentas, sí se ha producido mayor desigualdad entre clubes considerados como grandes y los aquellos considerados más pequeños (Martín-Magdalena et al., 2023). Dichos clubes grandes, además, se meten en la rueda de necesidad de competir e incurrir en gastos para ser cada vez mejores gastando hasta 80% de los ingresos en comprar futbolistas (Barajas et al., 2007).

En resumen, esta industria evoluciona hacia un escenario en el que cada vez es más importante tener unos ingresos recurrentes que aseguren una viabilidad financiera fuerte y un gasto responsable (Rohde y Breuer, 2016). El panorama que se dibuja deja menor lugar a las sorpresas, y lo normal es que los clubes poderosos impongan su ley en Europa y en las competiciones domésticas, de ahí la importancia de maximizar los ingresos y el alcance de los clubes (Rohde y Breuer, 2016).

2.2. Importancia de los ingresos comerciales

En respuesta a la necesidad que tienen los clubes de aumentar los ingresos totales, surge una oportunidad en el ámbito comercial. Al mismo tiempo que los ingresos por derechos de TV continúan su aumento y los de venta de entradas continúan su descenso, los ingresos comerciales atraviesan unas temporadas de estancamiento (Deloitte, 2023). Se

entiende que existe una oportunidad única para los clubes de relanzar este tipo de ingresos con técnicas novedosas (Solberg y Haugen, 2010).

Desde finales del siglo anterior, el fútbol adopta una dimensión mediática y de entretenimiento muy notable. Es más, en España, tiene una posición de supremacía con excelentes niveles de audiencia que permiten llegar a muchas personas, datos que no pasan desapercibidos para las marcas comerciales que buscan un impulso asociando su nombre a los equipos de fútbol que más se caractericen con sus valores o imagen que pretendan mostrar a los potenciales clientes (Pujol y García-Del-Barrio, 2007). Esto sumado a los grandes esfuerzos económicos que realizan los clubes por seguir siendo competitivos, comprando jugadores de talento o las fuertes regulaciones en las ligas europeas, surge la necesidad y abren una oportunidad única para que los clubes encuentren fuentes alternativas de ingresos sólidas y recurrentes (Solberg y Haugen, 2010).

Además, en este ámbito de análisis financiero, los modelos de predicción de ingresos y gastos son esenciales para la planificación financiera a largo plazo. Se utilizan técnicas de series temporales y modelado estadístico para prever los flujos de efectivo y evaluar el riesgo financiero (Maimone y Yasseri, 2021).

Según Mnzava (2013), los clubes como cualquier marca en su negocio han de darle importancia a todos aquellos activos intangibles, ya que estos pueden otorgar una ventaja competitiva y, por ende, un desempeño financiero y comercial superior al de los otros equipos contra los que puede llegar a competir ya sea en Europa o en las ligas nacionales.

La idea de otorgarle relevancia a aquellos activos intangibles se puede extrapolar a la sensación de grandeza que, por ejemplo, tienen los clubes europeos cuando van al Estadio Santiago Bernabéu en una gran noche europea. Ese escudo, ese estadio, esa competición (UEFA Champions League) o esa afición; la combinación de estos elementos juega un papel fundamental y de admiración en el mundo entero. Toda esa aura, que no se ve, pero que sí se siente provoca una ventaja competitiva en favor del Real Madrid. Añadimos el estilo de juego del Barça, más asociativo, el tiqui-taca, que genera muchos adeptos alrededor del mundo entero, o el espíritu luchador y sufridor del Atlético de Madrid (Mnzava, 2013). Todas estas sensaciones o emociones que se transmiten al ver los escudos de un equipo son activos intangibles explotables de cada club que pueden derivar en relaciones comerciales y conexiones con sus aficionados (Mnzava, 2013).

Esta transmisión de sentimiento que provoca un equipo o un jugador se pueden relacionar con una marca comercial, en función de lo que busque cada una de ellas. Gran culpa de la difusión de estas emociones la tienen las redes sociales (Arboleda et al., 2022). El análisis de redes sociales es fundamental para los clubes, ya que les ayudan a comprender mejor el comportamiento de sus propios aficionados y su relación con el consumo de las distintas marcas con las que colaboran. En particular, Twitter, ahora llamada X, es considerada la herramienta que permite una comprensión más precisa de las reacciones y percepciones de los aficionados. Y es que, el análisis del comportamiento del consumidor deportivo es crucial para la toma de decisiones publicitarias de los clubes deportivos porque permite crear campañas que se adapten a las necesidades y características de los consumidores de estas marcas que colaboran con clubes de fútbol (Arboleda et al., 2022).

En esta línea, el acuerdo entre LaLiga y la multinacional norteamericana *EA Sports*, encargada de lanzar anualmente el videojuego anteriormente conocido como “FIFA” y ahora “*EA Sports FC*”, abre un panorama diferente en cuanto a los acuerdos comerciales. Esta colaboración está considerada como innovadora y orientada a ofrecer experiencias inmersivas al espectador. Además, se pretende liderar la transformación de la industria basada en la tecnología y la utilización de nuevas métricas de datos, por lo que abre camino a la utilización de los eventos que ocurren a lo largo de un partido de fútbol como propuestas para nuevas fuentes de ingreso en asociación con marcas comerciales que quieran ir de la mano del fútbol y sus valores (LaLiga, 2023).

Además, lo positivo de este tipo de asociaciones es que ofrecen una gran variedad de oportunidades en cuanto a alcance de mercados e imagen que pretenden transmitir a clientes potenciales. Los espectadores de competiciones de fútbol son muy variados y esto permite a marcas comerciales de diferentes sectores anunciarse y comunicar de manera exitosa, así como amoldar la imagen que presentan en función del tipo de *sponsor* que acuerden y club al que patrocinen (Arboleda et al., 2022).

En definitiva, los ingresos comerciales son cada vez más importantes para los clubes, sobre todo porque los clubes ya no dependen tanto de los ingresos por venta de entrada. Las relaciones con marcas y la explotación de activos intangibles de cada equipo, como la imagen de club, son esenciales para mantener a los clubes competitivos y con una estabilidad financiera (Mnzava, 2013; Solberg y Haugen, 2010). Este enfoque no solo ayuda a los clubes a destacarse en el campo, sino también a fortalecer su imagen de marca a nivel mundial (Arboleda et al., 2022).

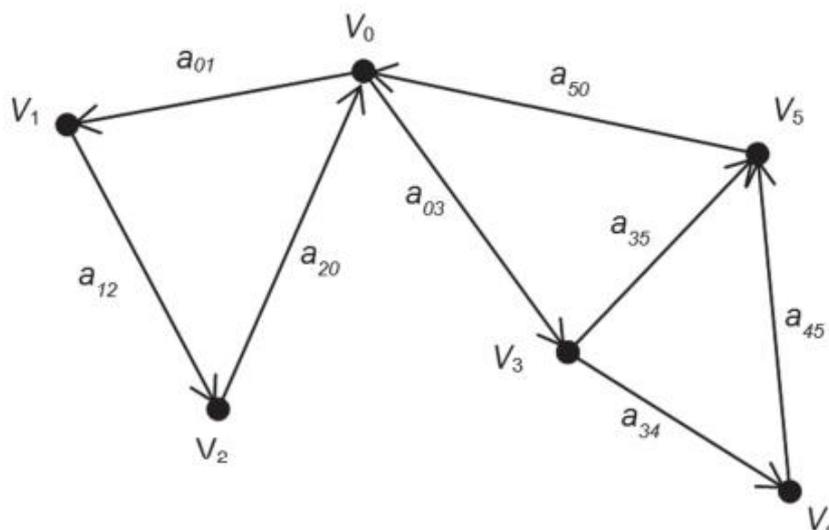
2.3. Grafos

Para poder entender el presente trabajo resulta imprescindible explicar la teoría de grafos. A continuación, se introduce la teoría de grafos, así como las propiedades que influyen en la misma. También, se expondrá la relevancia que tiene en el fútbol de tal manera que se pueda deducir la importancia que puede añadirse si se explota comercialmente.

Históricamente, era común la representación de datos de una manera más estática y con la limitación de bases de datos de menor tamaño. Sin embargo, el avance de las tecnologías y la capacidad que se tiene de acceder a gran cantidad de datos permiten que la representación del modelo de grafos sea óptima para un análisis como el que se propone en el presente escrito (Medrano et al., 2011). Los avances en el modelado de relaciones y la tecnología permiten que existan varios programas para visualizar un modelo de grafos como *Gephi*, *JUNG* o *IGraph* (Medrano, et al., 2011), aunque en el presente trabajo se hará uso de *RStudio*.

Avanzando hacia la explicación conceptual, un grafo queda formado por una serie de nodos y aristas, la cual definimos como $G = (V, A)$ donde V es el conjunto de nodos y A el número de aristas que lo conforman. Estos nodos se representan $V = \{v_1, v_2, \dots, v_N\}$ y las aristas $a = (a_i, a_j)$ (Polanco, 2006).

Ilustración 3. Representación esquemática de un grafo dirigido



Fuente: Espinal et al. (2011).

En la ilustración, se visualiza de manera sencilla el funcionamiento de un grafo dirigido en el que se aprecian claramente los nodos y las aristas dirigidas en función de la dirección de la relación (Espinal et al, 2011).

La teoría de grafos facilita el análisis de las asociaciones y elementos imprescindibles en cualquier tema de estudio que propongamos en función de la investigación. Esto permite un mayor nivel de rigurosidad y objetividad al analizar aspectos de los patrones de juego existentes, que es lo relevante en el caso de estudio (Correa-Duque y Gómez-Tabares, 2021).

Esta técnica ayuda a analizar y visualizar estructuras complejas de relaciones. En el contexto del fútbol, los nodos de un grafo representan jugadores, mientras que las aristas ilustran las conexiones de pases entre ellos. Esta representación gráfica permite comprender la interacción de los jugadores en varios partidos (Robledo et al., 2014).

Por lo tanto, el uso de este modelo enriquece el campo de estudio al reflejar con precisión la visualización del comportamiento y conexiones entre los elementos imprescindibles de la red de asociación, en este caso, los futbolistas del Barça (Correa-Duque y Gómez-Tabares, 2021).

Existen varios tipos de grafos, pero por simplificar e intentar que quede claro para el lector, en nuestro caso, tan solo nos vamos a centrar en los grafos que mejor puedan explicar dicha teoría:

- Grafos simples: grafo que une dos vértices o nodos mediante una arista.
- Grafos dirigidos: grafos en los que se les ha añadido una dirección en las aristas. Dicha dirección se suele señalar mediante una flecha.
- Multigrafo: estos grafos permiten que los nodos estén asociados entre sí mediante varias aristas si es necesario.

Adicionalmente, queda añadir que los nodos tienen peso y grado. Esto quiere decir que a mayor peso tenga un nodo más interacciones habrá tenido con otros nodos a partir de sus aristas. En cuanto al grado, lo forma el número de aristas que conecten con el nodo, en otras palabras, cuantos nodos conectan con uno en concreto (Polanco, 2006).

La teoría de grafos es una aplicación de la matemática discreta y la matemática aplicada, pero tiene una gran variedad de aplicaciones y usos pudiendo servir de gran ayuda para

realizar análisis en multitud de sectores e industrias. De esta manera, relacionamos todos estos conceptos con el fútbol (Philippe Jean, 2022).

En la industria del fútbol, la Teoría de Grafos empieza a considerarse como una herramienta fundamental tanto para la gestión de los clubes como para su desarrollo. La aplicación de esta teoría permite a los clubes acceder a recursos esenciales, que sirva para detectar talentos emergentes, patrocinios estratégicos y oportunidades de alianzas con marcas (Robledo et al., 2014).

El objetivo del presente análisis será emplear los grafos para representar las redes de pases entre los jugadores del FC Barcelona. De esta manera, los nodos serán los futbolistas del club catalán y sus aristas los pases realizados que se hayan podido realizar entre ellos. La existencia de una arista (j_1, j_2) significa que ha habido un pase entre dos futbolistas del equipo y sabremos la dirección del pase si empleáramos grafos dirigidos. El peso de las aristas será el número de pases realizados entre 2 jugadores cualesquiera y aumentará el tamaño de la arista y nodo para indicar el número de pases realizados, cuanto más grande y recurrente más pases se realizan entre los jugadores (Polanco, 2006).

Por otra parte, el grado de los nodos representara cuántas veces que un jugador ha conectado con otros, estableciendo su tamaño proporcional al grado que posee, cuanto mayor sea el grado, mayor será el tamaño del nodo (Espinal et al, 2011).

En resumen, el modelo de grafos sirve como una herramienta muy útil para analizar estructuras de asociaciones y mostrar de qué manera está montada la red de nodos de aquello que se vaya a analizar (Robledo-Giraldo et al., 2013). A pesar de que las redes permitan representar fácilmente las relaciones entre nodos, también muestran ciertas debilidades como la dificultad de visualización si la red es muy densa (Carrillo-Pascual et al., 2019) o el hecho de que no se tienen en cuenta todas las variables que ocurren en los diferentes eventos durante un partido de fútbol. La utilización de un modelo de grafos aplicado al mundo del fútbol permite a los clubes determinar la eficacia de su red de pases, identificando los nodos o jugadores más influyentes para explotarlos comercialmente. Por tanto, se considera que la aplicación de esta tecnología es altamente beneficiosa para alcanzar un rendimiento deportivo óptimo y grandes acuerdos comerciales (Robledo et al., 2014).

2.3.1. Métricas

Para analizar la importancia de cada uno de los futbolistas en la red de pases que estableceremos, queda por definir cada una de las medidas de centralidad. Disponemos de las siguientes medidas (Carrillo-Pascual et al., 2019; Polanco, 2006):

- Grado: esta medida muestra el número de relaciones que tiene un nodo, es decir, con cuántos futbolistas diferentes se asocia un jugador en concreto dentro de nuestra red de pases. En concreto, el grado medio sería el número medio de “amigos” que tienen los nodos.
- Diámetro del grafo: distancia existente entre los dos nodos más alejados. Es decir, con cuántos jugadores tiene que asociarse los jugadores más alejados en este aspecto para que el balón llegue al más alejado.
- *Betweenness* o intermediación: esta métrica mide la periodicidad con la que un nodo es utilizado para llegar a otro nodo. En otras palabras, esta intermediación busca analizar cómo de necesario que es un jugador para que el balón fluya correctamente entre otros compañeros de equipo. De esta forma, nos ayuda a saber cómo influiría sacar a un jugador del campo o del equipo en el juego del mismo. Cuanto más cercano sea su valor a 0, menor incidencia tendrá un jugador en el juego del equipo.
- Centralidad: grado que tiene un nodo de fagocitar el control de la red. En otras palabras, la centralidad mide la importancia de cada uno de los jugadores dentro de nuestra red de pases.
- *Pagerank*: esta métrica mide el grado de la calidad de los nodos con los que un jugador en concreto se está relacionado. Cuanta más calidad tengas en este aspecto, mejor será la relación de aquel jugador.
- Cercanía: esta métrica mide la capacidad que tiene un nodo de estar cerca de otro nodo. En términos futbolísticos podríamos llegar a observar cómo de cerca está el nodo de donde pasan las cosas más influyentes del juego en cada partido que se juega.

La definición de las métricas ayuda a saber de qué manera se puede orientar el análisis para una correcta toma de decisiones en el mundo del fútbol. Así, se tendrá en cuenta cada situación de un partido y se podrá relacionar en el ámbito del marketing, con las marcas comerciales que más se ajusten a aquello que los grafos pueden ofrecer (Diel et al., 2021).

2.3.2. Otros modelos de analítica avanzada

Finalmente, cabe añadir que existen otras técnicas que ayudan a analizar patrones en el fútbol, además del modelo de grafos que busca analizar la red de pases de un equipo en concreto.

Entre estas técnicas podemos destacar la irrupción de la Inteligencia Artificial Generativa, con la que se facilita el análisis de una gran variedad de variables y métricas para buscar las relaciones y *outputs* deseados aplicables a gran variedad de sectores (Calvo-Rubio y Ufarte-Ruiz, 2021). Otra de los modelos más utilizados en las competiciones de fútbol es el modelo de goles esperados. Esta técnica tiene en cuenta los remates, la precisión de este (Rathke, 2017), el posicionamiento de los jugadores y el balón (Anzer y Bauer, 2021). En definitiva, el modelo de goles esperados sirve como una aproximación de los goles anotados en el fútbol y permite evaluar el desempeño de los jugadores y equipos de manera más objetiva, excluyendo las sensaciones del rendimiento que tenga el aficionado. Este tipo de modelos se basan en un extenso conjunto de datos de posición y eventos, lo que establece unas conclusiones basadas en los datos (Anzer y Bauer, 2021). Por último, el Big Data se ha metido de lleno en el mundo del fútbol no solo para mejorar el rendimiento deportivo de los equipos, sino que, además, analiza una gran cantidad de variables que pueden servir para diversos usos desde ayudar en decisiones tácticas, realizar un análisis predictivo, comercializar los eventos que ocurren en un partido u optimizar los recursos de los clubes (Cacho-Elizondo y Lázaro, 2019).

Se tratan de modelos de analítica avanzada cuyo objetivo es sacar el máximo partido a las variables y eventos que se producen en un partido con el fin último de producir nuevas relaciones comerciales o mejorar el juego de su equipo (Calvo-Rubio y Ufarte-Ruiz, 2021; Rathke, 2017; Anzer y Bauer, 2021).

CAPÍTULO 3. CASO DE ESTUDIO

3.1. Crisis FC Barcelona

Tal y como se ha revisado hasta ahora, la literatura científica deja patente que la industria del fútbol no atraviesa por un buen momento y los clubes de fútbol tienen dificultades para incrementar los ingresos para poder seguir siendo competitivos. Como se verá en este capítulo, el F.C. Barcelona no es una excepción. Sin embargo, como explican Acuña y Acuña (2018), una de las soluciones pasa por que las marcas comerciales hayan ganado

mucho terreno en el mundo del deporte y, especialmente, en el sector futbolístico. En concreto, son las marcas las que compran los derechos de imagen de los jugadores con fines comerciales como recurso estratégico, lo que puede servir de alivio ante las dificultades económicas de los clubes que buscan nuevas alternativas para ingresar cada vez más en el aspecto de los ingresos comerciales (Donato y Roldán, 2018).

Primero de todo, se procede a resaltar cómo los grandes de Europa buscan maximizar los ingresos y la relevancia que éstos adquieren en la estructura financiera de los mismos. Según Calzada (2012), se evidencia que el fútbol global ha experimentado cambios significativos en las últimas décadas, dejando de ser únicamente un asunto de afición y diversión sin una base financiera sólida. Al mismo tiempo, muchas compañías se han dado cuenta de que el patrocinio no solo genera más ventas, sino que también permite que su marca se beneficie de la proyección positiva que genera el deporte al promover la visibilidad y la asociación de su marca con la imagen que transmiten ciertos clubes (Jeanrenaud, 2006).

Uno de los grandes atractivos que conllevan estos acuerdos comerciales es que dichos clubes tienen la firme intención de expandir el espectáculo de este deporte a todo el mundo. En apoyo a esta idea y debido a que el fútbol es un deporte global, capaz de unir y conectar a muchas personas, se observa cómo los clubes más importantes a nivel europeo y mundial como el Real Madrid, FC Barcelona o Manchester United buscaron en el pasado y continúan buscando en el presente una presencia fuerte en nuevos mercados como el asiático, árabe o norteamericano, un trabajo de expansión que ahorran a las marcas a través de dichos patrocinios (Ginesta Portet, 2011).

El patrocinio en el mundo de los deportes sigue creciendo en tamaño e importancia. Las empresas gastaron 57.500 millones de dólares en patrocinar ligas, equipos y eventos deportivos en 2015, en comparación con los 48.000 millones que gastaron en 2011. En comparación con principios de la década, en concreto en el 2013, la inversión de las empresas para patrocinar las camisetas de los clubes de fútbol profesional de toda Europa aumentó un 36% y llegó a más de 1.070 millones de dólares en 2015. Por ejemplo, Chevrolet invirtió 560 millones de dólares en siete años para poner su logotipo en la camiseta del Manchester United, lo que quiere decir que las marcas están deseosas de mantener relaciones comerciales con los clubes de fútbol (Jensen et al., 2015).

Dado que es un deporte en el que es clave la inversión para mantener la competitividad, Rohde y Breuer (2016) aseguran que a más ingresos tiene un club, mejor será su rendimiento y, como el fútbol se guía por el mérito deportivo, su éxito conlleva a más ingresos y más atractivo para las marcas en cuanto a relaciones comerciales. Gómez (2001) añade que alrededor de dos tercios de las empresas encuentran en el patrocinio deportivo un lugar ideal para comunicarse con los potenciales clientes, y Donato y Roldán (2018) aseguran que, entre las empresas, la colaboración con equipos deportivos se considera una acción de marketing importante por los valores que es capaz de comunicar el deporte y los equipos con los que se asocian.

En vista de lo cual, se aprecia como evidente la importancia de los ingresos comerciales y el deseo de los grandes clubes por buscar alternativas en este tipo de acuerdos comerciales. Tanto empresas como clubes estudian formas alternativas de acuerdos comerciales ya que dichas acciones de patrocinio y *sponsor* están consideradas en auge (Donato y Roldán, 2018).

Los ingresos comerciales son prioridad de los clubes maximizarlos. En concreto, según el informe anual de Deloitte (2023), el FC Barcelona ha ido estancándose en este apartado en torno a los 300 millones anuales de promedio en los últimos cinco años. Sin embargo, representan un peso muy importante en cuanto a los ingresos totales del club, casi un 50% temporada tras temporada según los datos de Deloitte (2023).

Al final, el F.C. Barcelona tiene un estilo de juego muy diferenciado al resto de clubes de Europa, con una importancia grande que otorgan a la posesión de balón, con muchos jugadores de la cantera, también conocida como “La Masía”, orientado al ataque, pases rápidos y variados, principalmente impulsado por la figura de Johan Cruyff años atrás y, más recientemente, inspirados por Pep Guardiola. Esto permite a las marcas comerciales asociarse al club catalán ayudando a mostrar una gran variedad de imágenes ya sea por los valores del club, “mes que un club”, o por el estilo de juego asociativo, creativo y seguro (Fort, 2012).

Entrando en el análisis del club, es relevante comentar que el Barça fue duramente castigado por la pandemia. En la temporada 2019/20 el club resultó en pérdidas de casi 100M € y en la temporada 2020/21, el club presentó unas pérdidas de 480M €, cuya cantidad ha podido rebajar en 98M € durante la temporada siguiente y 274M € en la más reciente, la 2022/23. En respuesta a los malos resultados, el F.C. Barcelona fue en

búsqueda de nuevas fuentes de ingresos, lo más inmediatas posibles para paliar la grave situación a la que se enfrentaba. Para ello, según Ginesta et al. (2024), hizo uso de las siguientes palancas financieras:

- Venta del 10% de los derechos de TV al fondo de inversión norteamericano *Sixth Street* por 267M € en la temporada 2020/21.
- Venta de un 25% adicional de los derechos de TV de nuevo al fondo de inversión *Sixth Street* por 400M €.
- Incorporación de Socios al negocio digital del club catalán por 100M € como inversor de *Barça Studios*, ahora renombrada *Barça Vision*.
- Incorporación de *Orpheus Media* al negocio digital del F.C. Barcelona por 100M € como inversor de *Barça Vision*.

Las dos últimas palancas explicadas más en detalles consisten en que cada uno de los inversores entra con un 24,5% del capital en la nueva compañía creada por el Barça que está compuesta por actividades centradas en las nuevas tecnologías como pueden ser los NFT, metaverso y web 3. En definitiva, debido a la mala gestión en los últimos años la estrategia del club ha sido optar por buscar ingresos de forma inmediata a cambio de hipotecar parte de su futuro, habrá que ver si después de varios años es lo correcto (Ginesta et al., 2024).

Para llevar a cabo un análisis de la situación financiera, se hace un repaso de las cuentas anuales de pérdidas y ganancias del FC Barcelona de las últimas 4 temporadas. De esta manera, se contextualiza el análisis de la última década hasta la pandemia, lo que justifica su aplicación a la situación económica actual del club.

Ilustración 4. Cuenta de Pérdidas y Ganancias del FC Barcelona en miles de € (2019-2023).

CUENTA DE PYG	Temporada 2019/20	Temporada 2020/21	Temporada 2021/22	Temporada 2022/23
Ingresos				
Estadio	162.000 €	25.000 €	131.000 €	201.000 €
Medios	249.000 €	282.000 €	251.000 €	239.000 €
Comerciales	297.000 €	268.000 €	245.000 €	332.000 €
Transferencias y venta de activos	95.000 €	56.000 €	389.000 €	493.000 €
Total ingresos	856.000 €	631.000 €	1.017.000 €	1.255.000 €
Gastos				
Salarios deportivos	636.000 €	617.000 €	518.000 €	656.000 €
Salarios no deportivos	51.000 €	50.000 €	59.000 €	61.000 €
Gastos de gestión	181.000 €	139.000 €	182.000 €	244.000 €
Otros gastos	86.000 €	330.000 €	97.000 €	104.000 €
Total gastos	954.000 €	1.136.000 €	856.000 €	1.065.000 €
Beneficio operativo	- 99.795 €	- 505.000 €	161.000 €	190.000 €
Resultado financiero	- 28.226 €	- 50.000 €	- 36.000 €	176.000 €
Impuesto de sociedades	30.682 €	74.000 €	- 27.000 €	- 92.000 €
Beneficio neto	- 97.339 €	- 480.000 €	98.000 €	274.000 €

Fuente: Elaboración propia con datos de las cuentas anuales del FC Barcelona (2023)

Gracias a la tabla, se obtiene una imagen actual de las cuentas de pérdidas y ganancias del FC Barcelona. Se observan las pérdidas mencionadas anteriormente, que en las últimas temporadas han sido paliadas por la transferencia y venta de activos. Además, se observa como el ingreso comercial ha sido revitalizado en la última temporada, y que en el presente trabajo se pretende incrementar y aumentar su importancia con respecto a los ingresos totales del club.

Ilustración 5. Tabla de ratios del FC Barcelona (2019-2023).

RATIOS	Temporada 2019/20	Temporada 2020/21	Temporada 2021/22	Temporada 2022/23
Ratios ingresos comerciales sobre ingresos totales	34,7%	42,5%	24,1%	26,5%
Ratios ingresos comerciales sobre gastos totales	31,1%	23,6%	28,6%	31,2%
Ratios ingresos comerciales sobre salarios de jugadores	46,7%	43,4%	47,3%	50,6%

Fuente: Elaboración propia con datos de las cuentas anuales del FC Barcelona (2023)

Se observa en la siguiente tabla diferentes ratios en base a los ingresos comerciales del FC Barcelona con el fin de resaltar su importancia. Se observa la evolución positiva en las últimas temporadas en las 2 últimas ratios. Esto significa que los ingresos comerciales ayudan a cubrir en mayor medida los gastos y salarios de jugadores, en este último llegando al 50% del total de gasto de fichas. Sin embargo, en la primera ratio se observa que, en los últimos años, los ingresos comerciales han perdido peso, pese a ser muy importantes para cubrir gastos varios del club. Por tanto, se entiende que existe una oportunidad grande de maximizar este tipo de ingresos. En la actualidad del club, es primordial sacar mayor partido a estos ingresos que, tal y como menciona la literatura publicada hasta la fecha, son tan importantes.

Pese a la gestión deficiente y problemas económicos del Barça, el club sigue manteniendo una imagen fuerte, así como un seguimiento en redes muy notable y capacidad de creación de contenido que es examinado por las marcas como un activo valioso. En el caso del F.C. Barcelona, el club ha aumentado de manera exponencial sus visitas en redes sociales pasando de casi 2.000 millones de visualizaciones en 2018 a 9.000 millones en 2022, es decir, un seguimiento mayúsculo y una oportunidad de llegar a muchísimos mercados. La razón de la importancia de este dato es que el seguimiento de los aficionados es una batalla entre los clubes para conseguir mejores acuerdos y, por ende, mayores ingresos (Ginesta et al., 2024).

Resumiendo, el F.C. Barcelona, en respuesta a la crisis que atraviesa, busca como solución fuentes alternativas de ingresos. Estas nuevas fuentes de ingresos van en la línea de nuevos patrocinios y el uso de las nuevas tecnologías, por lo que el análisis del presente trabajo se presenta como una solución ideal para seguir el camino estratégico del club.

3.2. Análisis red de pases F.C. Barcelona

Para llevar a cabo el análisis, se escogen los datos relativos a las temporadas desde 2008/09 hasta la temporada 2018/19. Esta elección permite visualizar un número significativo de temporadas hasta la irrupción de la pandemia. Gracias a la elección, se podrá observar el estilo de juego de la última década del FC Barcelona hasta la pandemia, de manera que se podrá continuar con dicho análisis posteriormente, lo que ayudaría a paliar la situación actual precaria del FC Barcelona revisada previamente. Además, cabe mencionar que el análisis se divide según los entrenadores que se tuvieron en esas temporadas. Por tanto, las ilustraciones que se extraen corresponden a las etapas de entrenadores diferentes.

Para analizar cada una de las etapas del F.C. Barcelona hasta el COVID, primero se analizará el modelo de grafo de la etapa correspondiente y posteriormente se hará referencia a la tabla de las métricas previamente definidas. De esta manera, se podrán analizar los jugadores más importantes para el modelo asociativo del equipo más allá de las estadísticas que están al alcance de la mayoría de los aficionados, como goles o asistencias.

En este caso, se observan varias métricas: grado total, “gradoOut”, “gradoIn”, ratio de asociatividad, cercanía, *pagerank*, intermediación, diámetro del grafo y *value*.

- El “gradoOut” muestra el grado de los pases que el jugador da, es decir cuál es el número de pases que da.
- La variable “gradoIn” muestra el grado de los pases que recibe, es decir cuántos pases recibe el jugador en concreto.
- “GradoTotal” es la variable que recoge la suma de las variables previas.
- “RatioAsociatividad” se calcula dividiendo “gradoOut” entre “gradoIn”, es decir, muestra el número de pases que el jugador da por cada pase que recibe.
- Value es la frecuencia de pases que realiza un jugador, por lo que por debajo del valor 600 de value no es un jugador que se haya involucrado de manera activa en el juego y no se tendrá en cuenta para determinadas métricas y conclusiones.
- Las variables “cercanía”, “pagerank”, “intermediación” (*betweenness*) y diámetro de grafo ya han sido explicadas previamente.

En cuanto al diámetro, esta variable muestra el estilo de juego. Cuanto más pequeño sea el valor de esta variable, significará que el equipo tiene conexiones estrechas. De esta

manera, el jugador más alejado se podría alcanzar en pocas aristas. El equipo tendría una cohesión fuerte y los jugadores se podrían asociar de la manera deseada. Tal y como se observará a continuación en el análisis de las distintas etapas, el diámetro muestra que el F.C. Barcelona tiene un estilo de posesión, asociación rápida y transición fácil entre distintas zonas del campo.

Gracias a estas variables, se puede clasificar a los jugadores del F.C. Barcelona en función de la relación comercial que se quiera establecer. A continuación, se mostrará, para cada grupo de temporadas, el modelo de grafos y la tabla de métricas.

Para evitar la redundancia, se explica de manera general el modelo de grafos. Por un lado, los nodos representan los jugadores, cuyo tamaño cambia en función de la importancia del nodo en la red, es decir, del jugador en el juego del equipo. A mayor tamaño, más involucrado estará en la red de pases. Por otro lado, las aristas son las líneas que unen los nodos. Su grosor indica el número de interacciones entre nodos, por lo que, si la arista es más gruesa, habrá un mayor número de interacciones entre los jugadores unidos por la arista. Por último, la posición en el grafo indica cómo de importantes son para la circulación del balón.

En la tabla de métricas, se obviarán los jugadores que hayan tenido poca influencia en el equipo puesto que no aportan un resultado significativo ni la importancia que buscan las marcas. Para ello, aquellos jugadores cuya variable “*value*” sea inferior a 600 no se tendrá en cuenta para la extracción de conclusiones, tal y como se ha advertido previamente. De ambas ilustraciones, para cada grupo de temporadas, se extraerán el top 5 de jugadores con mejores métricas.

Con el fin de no cargar en exceso el escrito, las tablas de métricas irán en el Anexo 1 para que el lector obtenga el detalle si lo desea. Por tanto, a continuación, establecemos una tabla general a modo de resumen de las métricas analizadas.

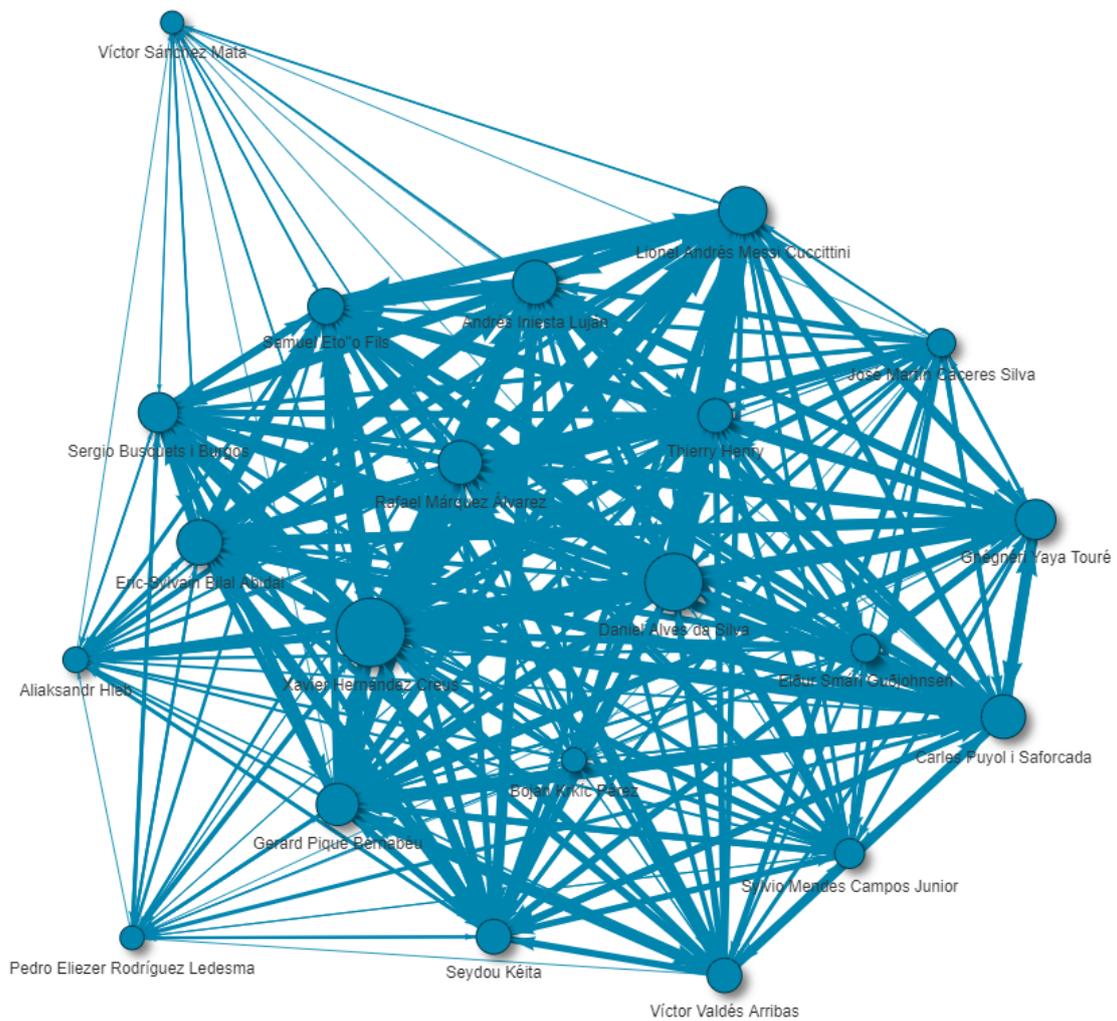
Ilustración 6. Tabla general con jugadores más importantes por métrica y temporada

	2008/09- 2009/10	2010/11- 2011/12	2012/13- 2013/14	2014/15- 2015/16	2016/17- 2018/19
Grado Total	Xavi Dani Alves Messi	Xavi Messi Iniesta	Xavi Messi Busquets	Messi Dani Alves Busquets	Messi Busquets Neymar
Grado Out	Xavi Dani Alves Messi	Xavi Messi Iniesta	Xavi Busquets Jordi Alba	Messi Dani Alves Busquets	Busquets Umtiti Messi
Grado In	Xavi Messi Dani Alves	Xavi Dani Alves Iniesta	Xavi Messi Iniesta	Messi Neymar Dani Alves	Messi Neymar Busquets
Ratio de asociatividad	Víctor Valdés Abidal Sylvinho	Víctor Valdés Adriano Abidal	Víctor Valdés Jordi Alba Mascherano	Bravo Mathieu Jordi Alba	Ter Stegen Jordi Alba Piqué
Cercanía	Abidal Puyol Rafa Márquez	Piqué Iniesta Messi	Song Fábregas Alexis	Mathieu Raphinha Messi	Digne Busquets Umtiti
Pagerank	Xavi Messi Dani Alves	Xavi Messi Iniesta	Xavi Messi Fábregas	Messi Neymar Dani Alves	Messi Neymar Busquets
Intermediación	Xavi Abidal Dani Alves	Piqué Iniesta Busquets	Song Fábregas Piqué	Messi Xavi Mathieu	Busquets Digne Mascherano

Fuente: Elaboración propia

En la ilustración, se observa la tabla con el top 3 de jugadores con mejor métrica para cada etapa analizada. En la tabla se observa el resumen de datos más detallados que se proporcionan en el Anexo 1. De esta manera, se facilita la información final de un vistazo rápido y si se desea entrar en más detalle se pueden consultar las tablas correspondientes en el Anexo 1.

Ilustración 7. Modelo de grafos temporadas 2008/09-2009/10



Fuente: Elaboración propia

En este caso, observamos los nodos de mayor tamaño: Xavi Hernández, Dani Alves, Messi, Puyol y Andrés Iniesta. A priori, el tamaño del nodo muestra el peso que tiene cada jugador en el juego del F.C. Barcelona. Por otro lado, también muestra la capacidad de atraer conexiones entre sí. En este caso, nuestro top 5 de jugadores serían los más importantes para el juego del equipo. Sin embargo, hay que analizar una a una las variables definidas en la siguiente tabla.

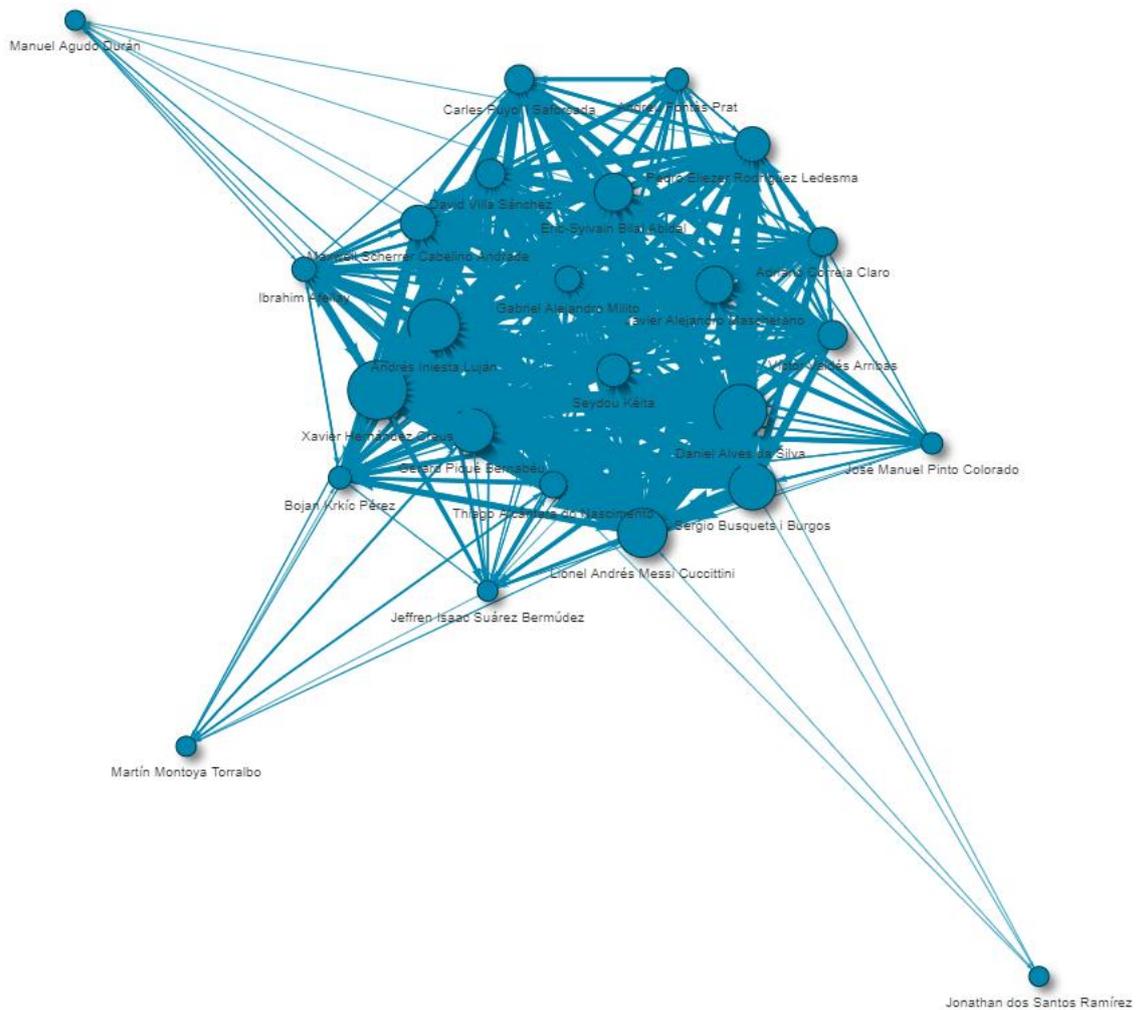
Como se ha mencionado previamente, se procede a establecer, ordenados por valor, el top 5 de jugadores para cada variable. Se puede consultar con más detalle si se desea en el Anexo 1, en la tabla 1.

- Grado: Xavi, Dani Alves, Messi, Iniesta y Abidal
- “GradoIn” : Xavi, Messi, Dani Alves, Iniesta y Eto’o
- “GradoOut”: Xavi, Dani Alves, Messi, Abidal e Iniesta
- Ratio de asociatividad: Víctor Valdés, Abidal, Sylvinho, Puyol y Rafa Márquez
- Cercanía: Abidal, Puyol, Rafa Márquez, Piqué y Dani Alves
- *Pagerank*: Xavi, Messi, Dani Alves, Iniesta y Eto’o
- Intermediación: Xavi, Abidal, Dani Alves, Iniesta y Rafa Márquez

En este caso, se observa que el diámetro del grafo es de tan solo 2. Es decir, el equipo juega con conexiones muy estrechas y de manera muy rápida. Esto demuestra que el F.C. Barcelona en esta temporada jugaba tal y como le exigen sus aficionados.

Se observa, además, como Xavi prácticamente copaba el juego del Barça, siendo el jugador más importante durante estas temporadas para el equipo. Además, se observa estas temporadas que el F.C. Barcelona construía desde atrás puesto que los defensas tienen un alto ratio de asociatividad, siendo Víctor Valdés, el portero, el que mayor ratio tiene.

Ilustración 8. Modelo de grafos temporadas 2010/11-2011/12



Fuente: Elaboración propia

En este grafo, se observa como Xavi vuelve a ser el nodo más grande, acompañado de jugadores como Iniesta, que adquiere una importancia mayor en este período, Dani Alves, Messi o Busquets.

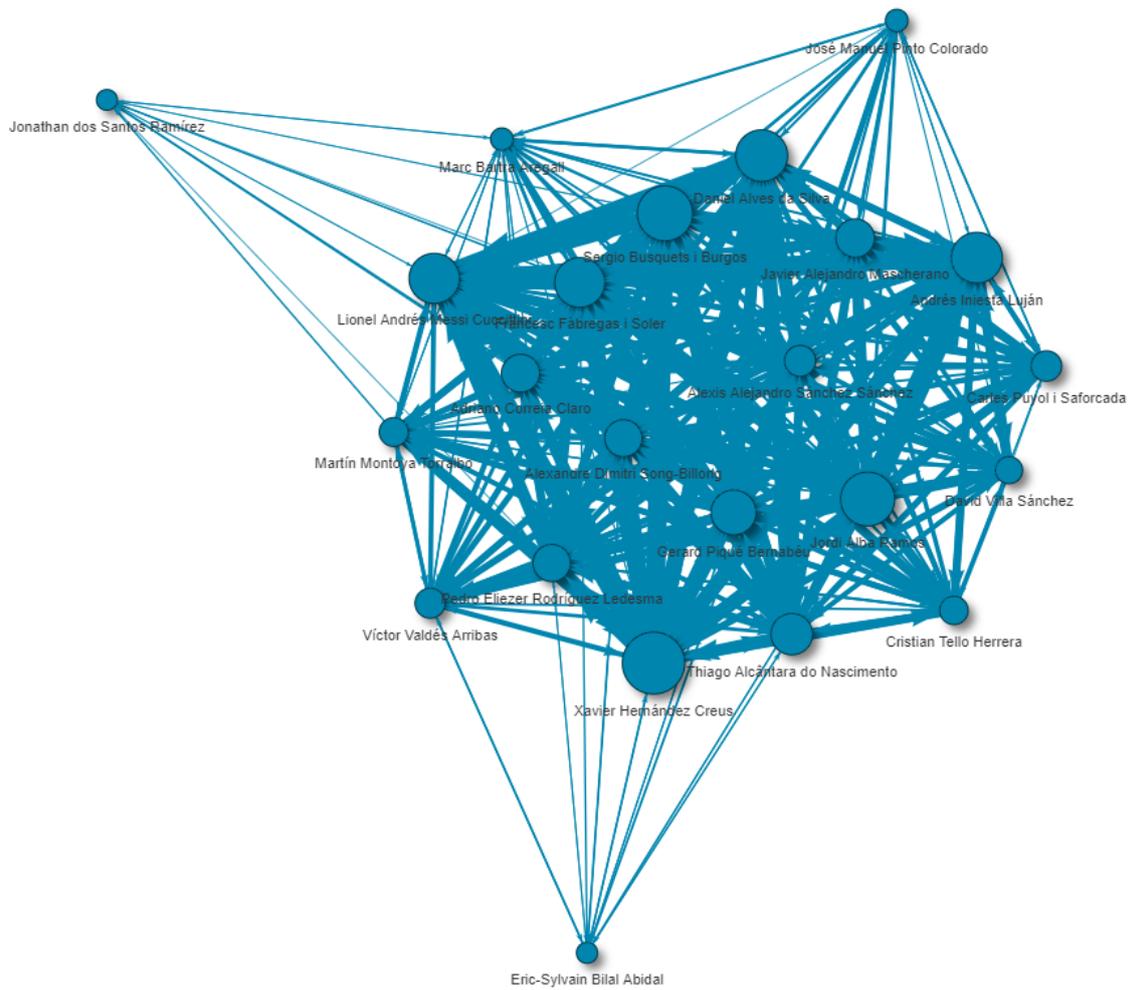
Gracias a la tabla 2 que se facilita en el Anexo 1, se observa, ordenado por valor, el top 5 de jugadores para cada variable.

- Grado: Xavi, Messi, Iniesta, Dani Alves y Busquets.
- “GradoIn” : Xavi, Dani Alves, Iniesta, Messi y Busquets
- “GradoOut” : Xavi, Messi, Iniesta, Dani Alves y Busquets.
- Ratio de asociatividad: Víctor Valdés, Adriano, Abidal, Maxwell y Puyol.
- Cercanía: Piqué, Iniesta, Messi, Maxwell y Busquets.
- *Pagerank* : Xavi, Messi, Iniesta, Dani Alves y Busquets
- Intermediación: Piqué, Iniesta, Busquets, Dani Alves y Messi

A diferencia de las temporadas anteriores, el diámetro del grafo es de 3. Por lo que el juego provoca que los jugadores estén un poco más distanciados. Sin embargo, sigue siendo un diámetro bajo y con garantías suficientes de que el equipo haya jugado con un estilo de posesión y transiciones rápidas.

Xavi, que era el nodo más grande, no es tan importante como anteriormente en las métricas. La cercanía e intermediación desaparecen en su juego, lo que provoca que Iniesta sea un jugador que centralice más el juego del equipo. Sorprende que los jugadores con mayor ratio de asociatividad sean los que juegan por la banda izquierda. Esto coincide con la época en la que Messi juega más centrado, provocando que el juego del Barça volcara a la banda de la izquierda.

Ilustración 9. Modelo de grafos temporadas 2012/13-2013/14



Fuente: Elaboración propia

En este grafo, se observa como Xavi de nuevo es el nodo más grande, pero no significa que sea el jugador que centralice todas las métricas del equipo. A Xavi, le acompañan Jordi Alba, Iniesta, Messi o Busquets.

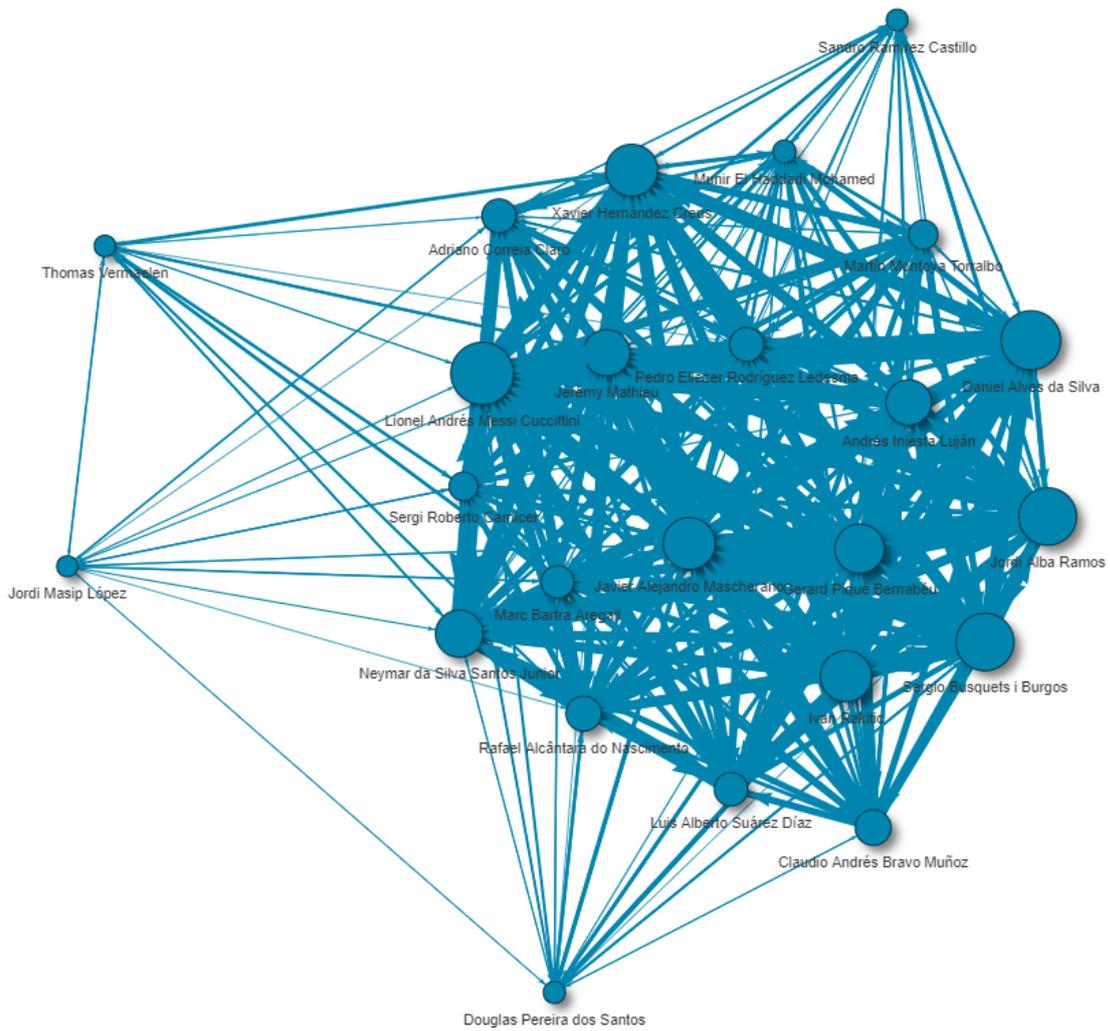
Según se ve en el Anexo 1, en la tabla 3, se observa, ordenado por valor, el top 5 de jugadores para cada variable.

- Grado: Xavi, Messi, Busquets, Iniesta y Fábregas.
- “GradoIn” : Xavi, Messi, Iniesta, Fábregas y Busquets
- “GradoOut”: Xavi, Busquets, Jordi Alba, Dani Alves e Iniesta.
- Ratio de asociatividad: Víctor Valdés, Jordi Alba, Mascherano, Adriano y Piqué.
- Cercanía: Song, Fábregas, Alexis, Jordi Alba y Adriano.
- Pagerank : Xavi, Messi, Fábregas, Iniesta y Busquets
- Intermediación: Song, Fábregas, Piqué, Jordi Alba y Xavi.

Jugadores, como Song o Alexis, aparecen como nombres nuevos y protagonizando la métrica de cercanía e intermediación. Estos jugadores que, además, eran los únicos extranjeros de sus países en el equipo podrían tener un gran impacto comercial observando estas métricas.

De nuevo, el diámetro es 2 por lo que las conexiones son más estrechas y Xavi, Messi, Iniesta o Busquets son los más protagonistas en las métricas.

Ilustración 10. Tabla de métricas de jugadores temporadas 2014/15-2015/16



Fuente: Elaboración propia

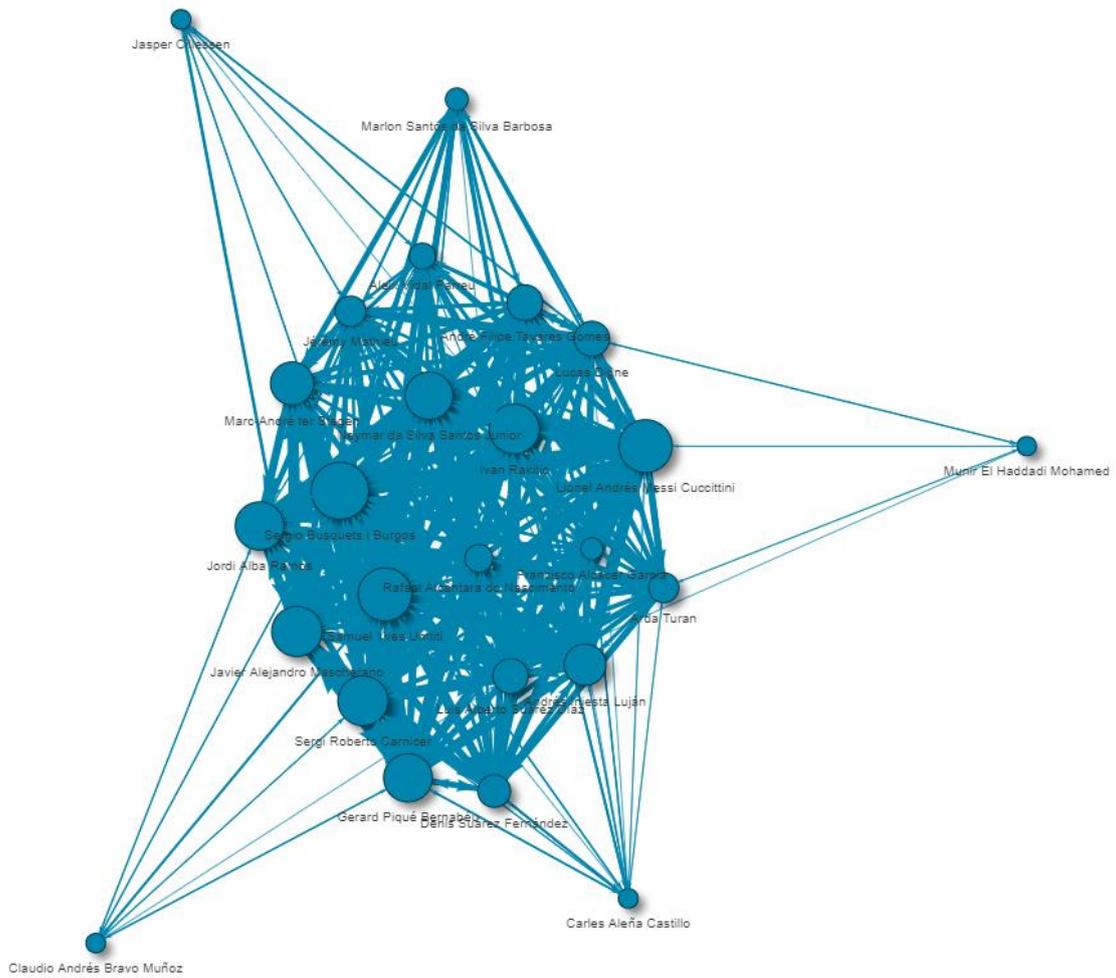
En el grafo, Messi se erige como principal nodo, mientras que Xavi pierde importancia, lógico puesto que se encontraba en los últimos años de su carrera.

Gracias a la tabla 4 del Anexo 1, se observa, ordenado por valor, el top 5 de jugadores para cada variable.

- Grado: Messi, Dani Alves, Busquets, Jordi Alba y Neymar.
- “GradoIn”: Messi, Neymar, Dani Alves, Busquets y Jordi Alba.
- “GradoOut” : Messi, Dani Alves, Busquets, Jordi Alba e Iniesta.
- Ratio de asociatividad: Bravo, Mathieu, Jordi Alba, Piqué y Busquets.
- Cercanía: Mathieu, Raphinha, Messi, Neymar y Bartra.
- *Pagerank* : Messi, Neymar, Dani Alves, Jordi Alba y Xavi.
- Intermediación: Messi, Xavi, Mathieu, Mascherano y Neymar.

El análisis muestra que Messi predomina en la mayoría de las métricas, estableciéndose como el estandarte y pieza clave del modelo de juego del Barça. Por lo que las marcas interesadas en proyectar los valores del juego del F.C. Barcelona irían a por él para promocionarse. Nombre como Mathieu o Raphinha son interesantes en cuanto a la métrica de cercanía, de tal forma que se puedan ofrecer estos jugadores a las marcas.

Ilustración 11. Modelo de grafos temporadas 2016/17-2018/19



Fuente: Elaboración propia

Para este grafo, se observan, a primera vista, los nodos más importantes en el mapa. Entre los más importantes, destacan Messi, Busquets, Rakitic o Umtiti. Sin embargo, es conveniente analizar cada jugador según las métricas.

Según se ve en el Anexo 1, en la tabla 5, el top 5 de jugadores según las métricas es el siguiente:

- Grado total: Messi, Busquets, Neymar, Umtiti y Rakitic son los jugadores con más influencia y participación en el juego del Barça durante esta etapa.
- GradoOut: Busquets, Umtiti, Messi, Mascherano y Rakitic son los jugadores más generosos y que más pases realizan hacia sus compañeros.
- GradoIn: Messi, Neymar, Busquets, Rakitic y Umtiti son los jugadores que más pases reciben de sus compañeros.
- RatioAsociatividad: para este dato quedan excluidos los jugadores con un valor inferior a 600 porque su peso no es lo suficientemente significativo. De esta manera, Ter Stegen, Jordi Alba, Piqué, Digne y Busquets son los jugadores que más pases dan por cada pase que reciben. Es decir, en términos relativos, los que más pases dan en comparación con los que reciben.
- Cercanía: Digne, Busquets, Umtiti y Sergi Roberto.
- *Pagerank*: Messi, Neymar, Busquets, Luis Suárez y Rakitic.
- Intermediación: Busquets, Digne, Mascherano, Messi y Umtiti.

Destaca Digne en la métrica de cercanía, por lo que podría llegar a tener un valor comercial alto en ese aspecto. Los grandes nombres son Busquets y Messi, puesto que centralizan el juego del equipo y son los estandartes del modelo de juego.

El diámetro en estas temporadas muestra el valor 3, vuelve a aumentar con respecto a temporadas anteriores. El equipo mantiene conexiones estrechas y una cohesión fuerte, aunque peor que años atrás. El F.C. Barcelona sigue con un estilo de posesión, asociación rápida y transición fácil entre distintas zonas del campo.

3.3. Relación con las marcas comerciales

Una vez realizado el análisis, queda patente la importancia de cada una de las métricas que se muestran. Lo interesante de mostrar dichas métricas es que puede ir más allá de las primeras impresiones, como se ha visto los casos de Song o Alexis en alguna de las temporadas realizadas.

Las marcas se sienten muy beneficiadas de las relaciones comerciales que se establecen con los clubes, puesto que los aficionados muestran una fidelidad muy grande hacia los clubes (Aguado Franco, 2023).

Para relacionar las métricas con las imágenes de marca que quieren transmitir las diferentes empresas en búsqueda de un vínculo comercial con los equipos, se tiene en cuenta el análisis de Cerviño (2007):

- Sector banca: pretende dar una imagen de seguridad global. Esto puede relacionarse con las conexiones seguras que se producen en los pases que realizan los jugadores.
- Sector moda: compañías como ZARA, consideradas como empresa de moda “rápida”, se podría asociar al estilo de juego del Barça. En este caso, el diámetro es la métrica que facilita ver que el F.C. Barcelona tenga un estilo de juego vistoso y de transiciones rápidas.
- Sector construcciones: hilvanar pases de manera segura. La construcción desde los cimientos es importante. En nuestro caso, las métricas del juego del F.C. Barcelona muestra en las últimas temporadas como los porteros y defensas tienen la ratio de asociatividad más alto, lo que demuestra la importancia del juego desde las fases más retrasadas del esquema del equipo.
- Telecomunicaciones: pretenden mostrar la importancia y los beneficios de estar conectado con todos. En este caso, las métricas intermediación, que mide la incidencia de un jugador en el juego del equipo, y cercanía, que mide la proximidad a la zona de influencia del juego.
- Energía: por ejemplo, Repsol, ser la imagen de combustible para un motor se puede asociar con el grado, la cantidad de interacciones que se producen durante el juego.
- Acción social: aquellas compañías que buscan un fin social, o generosidad entre otros, se pueden relacionar con aquellos jugadores que dan el mayor número de pases, que se mide con “gradoOut”.

Para mostrar un ejemplo, a continuación, se muestran los jugadores que propondríamos como imagen de marca en base a las métricas previamente analizadas. Para la última temporada antes de la pandemia, se muestra la siguiente tabla.

Ilustración 12. Propuesta de jugadores para imagen de marca según sectores

SECTOR	JUGADORES
BANCA	Messi, Neymar, Busquets o Sergi Roberto
MODA	Club (estilo de juego)
CONSTRUCCIONES	Ter Stegen, Jordi Alba o Piqué
TELECOMUNICACIONES	Digne, Busquets o Mascherano
ENERGIA	Messi, Busquets o Neymar
ACCION SOCIAL	Busquets, Umtiti o Messi

Fuente: Elaboración propia

La tabla muestra los jugadores que según las métricas analizadas se relacionarían a la perfección en función de las imágenes de marca que pretende mostrar cada uno de los sectores.

A continuación, se muestran ejemplos de cómo adaptar estas métricas al negocio y las relaciones comerciales entre el club y las marcas.

Ilustración 13. Muestra de patrocinador con el F.C. Barcelona



Fuente: Elaboración propia

Un ejemplo es como el diámetro del grafo puede ligarse a las marcas comerciales. Zara es una empresa de moda cuya principal diferenciación es el cambio y fabricación de prendas de forma rápida. El diámetro muestra que el F.C. Barcelona realiza un juego de asociación, estético y de transiciones rápidas. Podría justificarse de manera sólida una relación comercial como la que se sugiere.

Ilustración 14. Muestra de patrocinio Sergio Busquets con CaixaBank



Fuente: Elaboración propia

De la misma manera que se relaciona el club con una marca comercial, uno de los puntos fuertes de este análisis sugiere que los clubes pongan a disposición de las marcas comerciales la imagen de sus jugadores. Así, las marcas se aseguran de que asocian sus valores y aquello que quieren transmitir a través del jugador correcto. Por ejemplo, Sergio Busquets la temporada más reciente fue un jugador con un alto grado de pases realizados, de cercanía y de ratio de asociatividad. Esta seguridad e influencia que tiene Busquets se relaciona a la perfección con la imagen que pretenden dar las empresas del sector banca como puede ser CaixaBank.

CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES

El presente estudio ha dejado patente la delicada situación económica del fútbol español, en concreto, del F.C. Barcelona. La importancia de atraer ingresos ha quedado respaldada por la necesidad de obtener buenos resultados deportivos y, por consiguiente, financieros. El buen desempeño deportivo engrandece la marca del equipo y atrae a mayores fuentes de ingresos. El fin del trabajo es analizar los eventos que se producen durante un partido de fútbol, en concreto, los pases. A partir de la Teoría de Grafos, se detectan patrones en el estilo de juego del F.C. Barcelona para darle importancia de ingresos comerciales. Los hallazgos resultantes del análisis resaltan patrones clave que permiten ofrecer jugadores como imagen para las marcas comerciales y, así, optimizar estrategias de marketing y publicidad, lo que aumentaría las fuentes de ingreso del club. Esto provocaría unos mayores ingresos comerciales, lo que aumentaría las probabilidades de mayor éxito deportivo y desahogo en las cuentas anuales del club.

El trabajo ofrece unos resultados completamente novedosos en la industria del fútbol. En el caso que nos ocupa, el F.C. Barcelona, se extrae la conclusión de que es posible renovar por completo las estrategias comerciales. De esta manera, se obtienen jugadores clave con un alto valor comercial y su idoneidad para determinadas marcas y sectores. Asimismo, no solo se obtienen *outputs* comerciales, sino que es verdaderamente útil para detectar jugadores imprescindibles en el juego del equipo. En definitiva, estos resultados aportan la posibilidad de establecer las relaciones comerciales correctas, impactando a los aficionados de la manera deseada por las marcas.

A pesar de lo relevante y novedoso que resulta ser este estudio, se presentan ciertas limitaciones. La restricción temporal de los datos es la principal limitación, puesto que abarcan hasta la temporada en que irrumpe la pandemia. Sin embargo, la solución no es compleja, puesto que valdría, simplemente, con aportar datos de temporadas más actuales. Además, este estudio se centra en un club en concreto, lo que podría servir como limitación dado que se orienta a un ejemplo determinado.

Se dejan abiertas futuras líneas de investigación que puedan focalizarse en otras métricas. De esta forma, se pueden investigar acerca del encaje de nuevas fuentes de ingreso en los modelos actuales de negocio de los clubes. En el caso de continuar con una línea similar de estudio con respecto al análisis de eventos durante un partido, se podrían estudiar

diferentes métricas, ofreciendo otros posibles patrones. De lo contrario, se podría estudiar diferentes fuentes alternativas de ingresos que sirvan como innovación en el apartado comercial de los clubes.

El presente trabajo muestra la relevancia de los ingresos comerciales y la gran variedad de posibilidades que ofrecen las estrategias comerciales de los clubes. La innovación y capacidad encontrar alternativas que aporten ventajas competitivas es crucial en el panorama tan igualado en el que se encuentra el fútbol. La combinación de modelos de analítica avanzada combinados con un buen entendimiento del negocio es lo que propone este estudio, que muestra asociaciones potenciales entre jugadores, marcas y sectores basados en datos analizados mediante la técnica empleada. Esto ofrece un enfoque único en el ámbito del marketing y las relaciones comerciales de los clubes. Acertar en este campo puede ser verdaderamente diferencial para un club, ya que aporta una herramienta útil para lograr la estabilidad financiera.

ANEXO

Declaración de Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial Generativa en Trabajos Fin de Grado

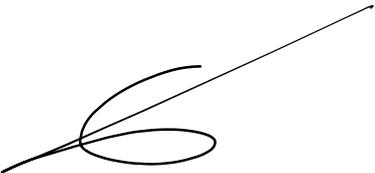
ADVERTENCIA: Desde la Universidad consideramos que ChatGPT u otras herramientas similares son herramientas muy útiles en la vida académica, aunque su uso queda siempre bajo la responsabilidad del alumno, puesto que las respuestas que proporciona pueden no ser veraces. En este sentido, NO está permitido su uso en la elaboración del Trabajo fin de Grado para generar código porque estas herramientas no son fiables en esa tarea. Aunque el código funcione, no hay garantías de que metodológicamente sea correcto, y es altamente probable que no lo sea.

Por la presente, yo, [Nombre completo del estudiante], estudiante de [nombre del título] de la Universidad Pontificia Comillas al presentar mi Trabajo Fin de Grado titulado "[Título del trabajo]", declaro que he utilizado la herramienta de Inteligencia Artificial Generativa ChatGPT u otras similares de IAG de código sólo en el contexto de las actividades descritas a continuación [el alumno debe mantener solo aquellas en las que se ha usado ChatGPT o similares y borrar el resto. Si no se ha usado ninguna, borrar todas y escribir "no he usado ninguna"]:

1. **Corrector de estilo literario y de lenguaje:** Para mejorar la calidad lingüística y estilística del texto.

Afirmo que toda la información y contenido presentados en este trabajo son producto de mi investigación y esfuerzo individual, excepto donde se ha indicado lo contrario y se han dado los créditos correspondientes (he incluido las referencias adecuadas en el TFG y he explicitado para que se ha usado ChatGPT u otras herramientas similares). Soy consciente de las implicaciones académicas y éticas de presentar un trabajo no original y acepto las consecuencias de cualquier violación a esta declaración.

Fecha: 22 de abril 2024

Firma:  _____

BIBLIOGRAFÍA

- Aguado Franco, J. C. (2023). Apego emocional y lealtad a la marca: el caso de los aficionados del Atlético de Madrid en la etapa poscovid. *Revista De Marketing Y Publicidad*, (7), 27–48.
- Alonso, G., y Avalos, J. M. (2014). La investigación del futbol y sus nexos con los estudios de comunicación. *Aproximaciones y ejemplos. Comunicación y Sociedad*, (20), 33-64.
- Anzer, G., y Bauer, P. (2021). A Goal Scoring Probability Model for Shots Based on Synchronized Positional and Event Data in Football (Soccer). *Frontiers in Sports and Active Living*, 3.
- Arboleda, S. M. V., Jaramillo, L. M. G., Cifuentes, A. F. R., y Vanegas, J. C. P. (2022). Marketing digital en fútbol: Una revisión de literatura y agenda investigativa. *Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 9(2), 152-169.
- Ascari, G., y Gagnepain, P. (2007). Evaluating Rent Dissipation in the Spanish Football Industry. *Journal Of Sports Economics*, 8(5), 468-490.
- Barajas, Á., Fernández, P. S., y De Hoyos, I. U. (2007). El mercado de traspaso de futbolistas: un análisis internacional. *Decisión*, 10, 31-55. *Journal of Sports Economics* 8(5):468-490.
- Barajas, Á., y Rodríguez, P. (2010). Spanish Football Clubs' Finances: Crisis and Player Salaries. *International Journal Of Sport Finance*, 5(1), 52-66.
- Cacho-Elizondo, S., y Lázaro, J. D. (2019). *Big Data en el Futbol. El Nuevo Juego*. Istmo. 365. 23-26.
- Calvo-Rubio, L.M., Ufarte-Ruiz, M. J. (2021). Artificial intelligence and journalism: Systematic review of scientific production in Web of Science and Scopus (2008-2019). *Communication & Society*. 34 (2), 2021, 159 – 176.
- Carrillo-Pascual, E., Puebla-Martínez, B., y Pérez-Cuadrado, P. (2019). Una revisión del concepto del modelo analítico de la Teoría de Redes y sus componentes. *Revista Espacios*, 40(22), 1-18.

- Cerviño, J. (2007). La Globalización de las Marcas Españolas: Estrategia Internacional e imagen de Marca del Santander. *UCJC Business and Society Review (formerly Known as Universia Business Review)*, 1(1).
- Consejo Superior de Deportes. (2023). *Balance de la Situación Económico-Financiera del Fútbol Profesional Masculino Español 1999/2022*.
- Correa-Duque, M. C., y Gómez-Tabares, A. S. (2021). Evolución de la investigación sobre la cognición canina. Una revisión sistemática utilizando la teoría de grafos. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 13(3), 1-18.
- Deloitte (2023). Deloitte Football Money League 2023.
- Deloitte. (2023). A balancing act. Annual Review of Football Finance 2023.
- Diel, S., Ifland, S., Wytopil, F., & Buck, C. (2021). How Digital Technologies Transform Football-A Structured Literature Review. *PACIS*, 81.
- Dimitropoulos, P., & Koumanakos, E. (2015). Intellectual capital and profitability in European football clubs. *International Journal of Accounting, Auditing and Performance Evaluation*, 11(2), 202.
- Donato, F. S., y Roldán, J. B. (2018). Estudio comparativo del patrocinio de equipos profesionales en España. El caso del fútbol, baloncesto, balonmano y hockey. *Retos: Nuevas Tendencias En Educación Física, Deporte y Recreación*, 34, 205-211.
- Espinal, A. A. C., Flórez, J. M. C., & López, J. C. S. (2011). Aplicación de la teoría de grafos en la solución de problemas con impacto ambiental. *Producción + Limpia*, 6(1), 9-20.
- Gay de Liébana, J. M. (2016). *La gran burbuja del fútbol: Los modelos de negocio que oculta el deporte más importante del mundo*.
- Ginesta Portet, X. (2011). El fútbol y el negocio del entretenimiento global. Los clubes como multinacionales del ocio. *Comunicación y Sociedad*, XXIV (1), 141-166.
- Ginesta, X., Ordeix, E., Payne, G. (2024). Studying FC Barcelona as a Corporate Body. *FC Barcelona: History, Politics and Identity*.

- Gómez, O. (2001). Comportamiento empresarial en materia de patrocinio y esponsorización deportiva. *Revista Apunts. Educación Física Y Deportes*, 64–75.
- Jensen, R. W., Limbu, Y. B., y Spong, Y. (2015). Visual Analytics of Twitter Conversations about Corporate Sponsors of FC Barcelona and Juventus at the 2015 UEFA Final. *International Journal of Sports Marketing & Sponsorship*, 16(4), 3-9.
- Jiménez, J. M. L. (2014). *Las deudas del fútbol español*. HayDerecho.
- KPMG. (2023). *Impacto socio-económico del fútbol profesional en España*.
- LaLiga. (2021). *Informe Económico Financiero 2020-2021*.
- LaLiga. (2023). *Informe Económico y Financiero 2021-2022*.
- Maimone, V. M., y Yasseri, T. (2021). Football is becoming more predictable; network analysis of 88 thousand matches in 11 major leagues. *Royal Society Open Science*, 8(12).
- Martínez, L. C. S., Barajas, Á., y Fernández, P. S. (2019). Finanzas del deporte: fuentes de ingreso y regulación financiera en el fútbol europeo. *Papeles de Economía Española*, 159, 200-223.
- Medrano, J. F., Alonso-Berrocal, J. L., & Figuerola, C. (2011). Visualización de grafos Web. *Avances en Informática y Automática: quinto Workshop* (pp. 167-190).
- Miller R. M., Fort, C. M., y Seitz O. (2012). *El fútbol como negocio: Una introducción a la gestión deportiva en Europa y Brasil: Los éxitos deportivos del FC Barcelona y las competiciones de fútbol en Europa en un contexto de crisis económica*. En Repositorio de la Universidad del Pacífico - UP (1.ª ed.). Martín Monsalve Z.
- Minzava, B. (2013). Do intangible investments matter? Evidence from soccer corporations. *Sport, business and management*, 3(2), 158-168.
- Pascual, L. A. M., y Zamora, M. P. (2020). Los efectos económicos, contables y fiscales derivados del COVID-19 en el sector del fútbol. *Revista Aranzadi de Derecho de Deporte y Entretenimiento*, 68, 4.

- Philippe Jean, M. (2022). La teoría de grafos y su importancia. *UCE Ciencia. Revista De Postgrado*, 10(3).
- Polanco, X. (2006). Análisis de redes: introducción. En *HAL (Le Centre pour la Communication Scientifique Directe)*.
- Pujol, F., y García del Barrio, P. (2007). El papel del fútbol en la sociedad actual. Fútbol: ocio y negocio. *Revista Empresa y Humanismo*, 11(1), 89-108.
- Rathke, A. A. T. (2017). An examination of expected goals and shot efficiency in soccer. *Journal Of Human Sport And Exercise*, 12(Proc2).
- Robledo-Giraldo, S., Méndez, N. D. D., y Zuluaga-Giraldo, J. I. (2013). Difusión de productos a través de redes sociales: una revisión bibliográfica utilizando la teoría de grafos. *Respuestas*, 18(2), 28-42.
- Robledo, S., Osorio, G. o. A., & López, C. M. (2014). Networking en pequeña empresa: una revisión bibliográfica utilizando la teoria de grafos. *DOAJ (DOAJ: Directory Of Open Access Journals)*.
- Rohde, M., y Breuer, C. (2016). Europe's elite football: financial growth, sporting success, transfer investment, and private majority investors. *International Journal of Financial Studies*, 4(2), 12.
- Solberg, H. A., & Haugen, K. K. (2010). European club football: why enormous revenues are not enough? *Sport In Society*, 13(2), 329-343.
- Vrooman, J. (2007). Theory of the Beautiful Game: the Unification of European Football. *Scottish Journal of Political Economy*, 54(3), 314-354.

ANEXOS

Anexo 1. Métricas de jugadores por temporadas de diagrama de grafos

Tabla 1. Tabla de métricas de jugadores temporadas 2008/09-2009/10

	jugador	gradoTotal	gradoOut	gradoIn	ratioAsociatividad	cercania	pagerank	intermediacion	diametroGrafo	label	value
1	11270	651	307	344	0.8924419	0.04761905	0.024088141	0.0422812670	2	Eiður Smári Guðjohnsen	307
2	15516	1672	629	1043	0.6030681	0.05000000	0.058463319	0.5958634909	2	Thierry Henry	629
3	18882	359	162	197	0.8223350	0.05000000	0.016644032	0.0833049874	2	Aliaksandr Hleb	162
4	19298	2098	751	1347	0.5575353	0.05000000	0.074574245	1.4952324007	2	Samuel Eto'o Fils	751
5	20125	2084	1157	927	1.2481122	0.05000000	0.047524795	1.3860935981	2	Carles Puyol i Saforcada	1157
6	20131	5018	2494	2524	0.9881141	0.05000000	0.134621792	9.3284252972	2	Xavier Hernández Creus	2494
7	20169	1416	664	752	0.8829787	0.04761905	0.043514467	0.4007920036	2	Seydou Kéita	664
8	20176	911	650	261	2.4904215	0.04761905	0.016993707	0.0107402639	2	Víctor Valdés Arribas	650
9	20177	2115	1236	879	1.4061433	0.05000000	0.052384921	4.8385419566	2	Eric-Sylvain Bilal Abidal	1236
10	25854	696	391	305	1.2819672	0.04761905	0.023195857	0.2663722080	2	Sylvio Mendes Campos Junior	391
11	3087	1771	955	816	1.1703431	0.04761905	0.044721490	0.1822824441	2	Gnégénéri Yaya Touré	955
12	3958	162	72	90	0.8000000	0.04347826	0.011321984	0.0008156607	2	Pedro Eliezer Rodríguez Ledesma	72
13	4324	3534	1906	1628	1.1707617	0.05000000	0.091250936	4.0282599546	2	Daniel Alves da Silva	1906
14	4913	317	119	198	0.6010101	0.05000000	0.018224895	0.1694444439	2	Bojan Krkić Pérez	119
15	5203	1784	939	845	1.1112426	0.05000000	0.048535743	1.9392999282	2	Sergio Busquets i Burgos	939
16	5213	1974	1070	904	1.1836283	0.05000000	0.044291640	1.4490221120	2	Gerard Piqué Bernabéu	1070
17	5216	2550	1174	1376	0.8531977	0.05000000	0.076518262	3.3456041048	2	Andrés Iniesta Luján	1174
18	5248	581	311	270	1.1518519	0.04761905	0.018188474	0.1803636214	2	José Martín Cáceres Silva	311
19	5503	3239	1377	1862	0.7395274	0.04761905	0.099780842	2.2669339784	2	Lionel Andrés Messi Cuccittini	1377
20	5558	2105	1153	952	1.2111345	0.05000000	0.046967733	2.9902232072	2	Rafael Márquez Álvarez	1153
21	6758	41	22	19	1.1578947	0.03846154	0.008192723	0.0001030715	2	Víctor Sánchez Mata	22

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Tabla de métricas de jugadores temporadas 2010/11-2011/12

	jugador	gradoTotal	gradoOut	gradoIn	ratioAsociatividad	cercania	pagerank	intermediacion	diametroGrafo	label	value
1	12737	2074	735	1339	0.5489171	0.03703704	0.051296569	0.4369397712	3	David Villa Sánchez	735
2	20125	1278	687	591	1.1624365	0.03333333	0.023596965	0.2424017183	3	Carles Puyol i Saforcada	687
3	20131	5913	2987	2926	1.0208476	0.03846154	0.106340070	12.4673633576	3	Xavier Hernández Creus	2987
4	20169	2028	992	1036	0.9575290	0.03703704	0.041558434	1.4836870965	3	Seydou Kéita	992
5	20176	1092	706	386	1.8290155	0.03571429	0.017496926	0.3493154909	3	Víctor Valdés Arribas	706
6	20177	2595	1411	1184	1.1917230	0.03703704	0.044468615	5.3992789989	3	Eric-Sylvain Bilal Abidal	1411
7	22102	1232	674	558	1.2078853	0.03571429	0.025253549	0.2905192168	3	Adriano Correia Claro	674
8	25919	806	440	366	1.2021858	0.03703704	0.018211740	1.7680130341	3	Gabriel Alejandro Milito	440
9	26005	193	124	69	1.7971014	0.03125000	0.008045337	0.0020836134	3	José Manuel Pinto Colorado	124
10	26613	2198	1187	1011	1.1740851	0.03846154	0.041496210	4.1330245536	3	Maxwell Scherrer Cabelino Andrade	1187
11	26624	140	55	85	0.6470588	0.03448276	0.009060621	0.0925905923	3	Jeffren Isaac Suárez Bermúdez	55
12	3958	2526	1138	1388	0.8198847	0.03448276	0.052102243	2.5092459048	3	Pedro Eliezer Rodríguez Ledesma	1138
13	4324	4795	2490	2305	1.0802603	0.03846154	0.090392860	16.1278567994	3	Daniel Alves da Silva	2490
14	4891	754	341	413	0.8256659	0.03571429	0.021383920	3.1260261901	3	Ibrahim Afellay	341
15	4913	563	219	344	0.6366279	0.03571429	0.018202681	0.1478704296	3	Bojan Krkić Pérez	219
16	5203	3906	2049	1857	1.1033926	0.03846154	0.066799779	18.4127637848	3	Sergio Busquets i Burgos	2049
17	5208	992	496	496	1.0000000	0.04166667	0.025416563	13.5983580812	3	Thiago Alcântara do Nascimento	496
18	5213	3401	1819	1582	1.1498104	0.04000000	0.057519755	29.0674911302	3	Gerard Piqué Bernabéu	1819
19	5216	5010	2406	2604	0.9239631	0.04000000	0.099007896	25.4612544165	3	Andrés Iniesta Luján	2406
20	5503	5028	2223	2805	0.7925134	0.04000000	0.105849409	14.6798750965	3	Lionel Andrés Messi Cuccittini	2223
21	5506	2515	1326	1189	1.1152229	0.03703704	0.045058399	2.1430866281	3	Javier Alejandro Mascherano	1326
22	6357	4	2	2	1.0000000	0.02272727	0.006071268	0.0000000000	3	Jonathan dos Santos Ramírez	2
23	6593	26	15	11	1.3636364	0.02439024	0.006453949	0.0000000000	3	Martín Montoya Torralbo	15
24	6724	13	4	9	0.4444444	0.02500000	0.006324775	0.0000227154	3	Manuel Agudo Durán	4
25	6890	416	223	193	1.1554404	0.03225806	0.012591468	0.0609313796	3	Andreu Fontàs Prat	223

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Tabla de métricas de jugadores temporadas 2012/13-2013/14

	jugador	gradoTotal	gradoOut	gradIn	ratioAsociatividad	cercania	pagerank	intermediacion	label	value	diametroGrafo
1	12737	1017	390	627	0.6220096	0.04166667	0.028618428	0.019884682	David Villa Sánchez	390	2
2	20125	1099	594	505	1.1762376	0.04000000	0.022523613	0.268836480	Carles Puyol i Saforcada	594	2
3	20131	4954	2483	2471	1.0048563	0.04166667	0.093736069	6.871485862	Xavier Hernández Creus	2483	2
4	20176	864	567	297	1.9090909	0.04166667	0.016496131	1.363058725	Víctor Valdés Arribas	567	2
5	20177	42	24	18	1.3333333	0.02857143	0.007090395	0.000000000	Eric-Sylvain Bilal Abidal	24	2
6	22102	1923	1043	880	1.1852273	0.04347826	0.037644735	3.989882447	Adriano Correia Claro	1043	2
7	26005	170	115	55	2.0909091	0.03571429	0.008293725	0.009767788	José Manuel Pinto Colorado	115	2
8	27053	1915	993	922	1.0770065	0.04545455	0.041147501	12.386359120	Alexandre Dimitri Song-Billong	993	2
9	3385	1579	628	951	0.6603575	0.04545455	0.040671866	1.342220498	Alexis Alejandro Sánchez Sánchez	628	2
10	3478	3688	1754	1934	0.9069286	0.04545455	0.077257439	11.693144382	Francesc Fàbregas i Soler	1754	2
11	3958	2269	1000	1269	0.7880221	0.04347826	0.049739001	2.999934338	Pedro Eliezer Rodríguez Ledesma	1000	2
12	4324	3537	1864	1673	1.1141662	0.04166667	0.068671732	0.962521467	Daniel Alves da Silva	1864	2
13	5203	3929	2069	1860	1.1123656	0.04347826	0.070788950	6.416003271	Sergio Busquets i Burgos	2069	2
14	5208	2484	1252	1232	1.0162338	0.04347826	0.050310128	2.434874821	Thiago Alcântara do Nascimento	1252	2
15	5211	3659	1998	1661	1.2028898	0.04347826	0.068202154	9.611002088	Jordi Alba Ramos	1998	2
16	5213	2729	1453	1276	1.1387147	0.04347826	0.050355553	11.292632233	Gerard Piqué Bernabéu	1453	2
17	5216	3769	1810	1959	0.9239408	0.04166667	0.075855684	1.421487153	Andrés Iniesta Luján	1810	2
18	5503	4139	1770	2369	0.7471507	0.04347826	0.090607234	4.352134199	Lionel Andrés Messi Cuccittini	1770	2
19	5506	1970	1072	898	1.1937639	0.04166667	0.035667809	1.231279221	Javier Alejandro Mascherano	1072	2
20	6357	23	12	11	1.0909091	0.02857143	0.006962506	0.000000000	Jonathan dos Santos Ramírez	12	2
21	6593	920	498	422	1.1800948	0.04347826	0.021693891	1.506238346	Martín Montoya Torralbo	498	2
22	6658	1064	470	594	0.7912458	0.04000000	0.027209885	0.021487038	Cristian Tello Herrera	470	2
23	7068	195	110	85	1.2941176	0.04166667	0.010455571	0.805765839	Marc Bartra Aregall	110	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Tabla de métricas de jugadores temporadas 2014/15-2015/16

	jugador	gradoTotal	gradoOut	gradoln	ratioAsociatividad	cercania	pagerank	intermediacion	diametroGrafo	label	value
1	10609	2698	1456	1242	1.1723027	0.04347826	0.044024390	9.1747080413	2	Jérémy Mathieu	1456
2	11302	36	25	11	2.2727273	0.02857143	0.006731940	0.0216589284	2	Jordi Masip López	25
3	20131	3450	1768	1682	1.0511296	0.04166667	0.063933848	9.4232124226	2	Xavier Hernández Creus	1768
4	22102	1440	759	681	1.1145374	0.04166667	0.030165036	3.1304384870	2	Adriano Correia Claro	759
5	27318	167	86	81	1.0617284	0.03225806	0.009269517	0.1305800856	2	Douglas Pereira dos Santos	86
6	3508	132	54	78	0.6923077	0.03448276	0.008939968	0.0003317059	2	Sandro Ramírez Castillo	54
7	3958	1730	765	965	0.7927461	0.04166667	0.039234711	2.7495910193	2	Pedro Eliezer Rodríguez Ledesma	765
8	4320	3654	1504	2150	0.6995349	0.04347826	0.077355804	6.2422150443	2	Neymar da Silva Santos Junior	1504
9	4324	4121	2176	1945	1.1187661	0.03846154	0.071157072	1.8139253542	2	Daniel Alves da Silva	2176
10	4691	1284	856	428	2.0000000	0.03846154	0.017990940	0.0918974788	2	Claudio Andrés Bravo Muñoz	856
11	5203	3898	2089	1809	1.1547816	0.04000000	0.063470043	1.7747094606	2	Sergio Busquets i Burgos	2089
12	5211	3866	2084	1782	1.1694725	0.04000000	0.065608222	3.8759608466	2	Jordi Alba Ramos	2084
13	5213	3012	1617	1395	1.1591398	0.04000000	0.047356416	2.4253015015	2	Gerard Piqué Bernabéu	1617
14	5216	2831	1398	1433	0.9755757	0.04000000	0.053618169	0.8742222153	2	Andrés Iniesta Luján	1398
15	5246	1993	732	1261	0.5804917	0.03703704	0.048039271	0.0156731038	2	Luis Alberto Suárez Díaz	732
16	5470	3390	1722	1668	1.0323741	0.04000000	0.062330036	6.2396391869	2	Ivan Rakitic	1722
17	5503	5428	2357	3071	0.7675024	0.04347826	0.109282073	13.4028400579	2	Lionel Andrés Messi Cuccittini	2357
18	5506	3333	1771	1562	1.1338028	0.04166667	0.052913526	8.1144737881	2	Javier Alejandro Mascherano	1771
19	6332	93	52	41	1.2682927	0.02777778	0.008482027	0.0555617557	2	Thomas Vermaelen	52
20	6379	889	464	425	1.0917647	0.04347826	0.022321548	6.2736767600	2	Sergi Roberto Carnicer	464
21	6593	926	487	439	1.1093394	0.03846154	0.021261758	0.1254041146	2	Martín Montoya Torralbo	487
22	6616	391	139	252	0.5515873	0.03846154	0.014479442	0.0585409512	2	Munir El Haddadi Mohamed	139
23	6998	1704	829	875	0.9474286	0.04347826	0.035835807	4.7728990604	2	Rafael Alcántara do Nascimento	829
24	7068	1272	679	593	1.1450253	0.04166667	0.026198437	6.2125386299	2	Marc Bartra Aregall	679

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Tabla de métricas de jugadores temporadas 2016/17-2018/19

	jugador	gradoTotal	gradoOut	gradoIn	ratioAsociatividad	cercania	pagerank	intermediacion	diametroGrafo	label	value
1	10609	1016	552	464	1.1896552	0.03571429	0.022955141	1.50337257	3	Jérémy Mathieu	552
2	10802	1622	800	822	0.9732360	0.03703704	0.038745261	1.13637854	3	André Filipe Tavares Gomes	800
3	11094	1116	527	589	0.8947368	0.03703704	0.031204220	6.48165895	3	Arda Turan	527
4	13599	59	30	29	1.0344828	0.02857143	0.007149303	0.00109081	3	Carles Aleña Castillo	30
5	20055	1924	1158	766	1.5117493	0.03571429	0.031265034	2.02989320	3	Marc-André ter Stegen	1158
6	3362	325	171	154	1.1103896	0.02777778	0.011029600	0.00000000	3	Marlon Santos da Silva Barbosa	171
7	4320	3228	1373	1855	0.7401617	0.03571429	0.082625737	0.51324963	3	Neymar da Silva Santos Junior	1373
8	4691	27	15	12	1.2500000	0.02380952	0.006371188	0.00000000	3	Claudio Andrés Bravo Muñoz	15
9	5203	3426	1844	1582	1.1656131	0.04000000	0.069500660	22.85159588	3	Sergio Busquets i Burgos	1844
10	5211	2583	1412	1171	1.2058070	0.03703704	0.053244358	6.30157214	3	Jordi Alba Ramos	1412
11	5213	2613	1419	1194	1.1884422	0.03703704	0.048617669	7.95882675	3	Gerard Piqué Bernabéu	1419
12	5216	2189	1081	1108	0.9756318	0.03703704	0.050802971	1.94950808	3	Andrés Iniesta Luján	1081
13	5246	2154	775	1379	0.5620015	0.03846154	0.065417193	3.23929190	3	Luis Alberto Suárez Díaz	775
14	5470	2950	1487	1463	1.0164046	0.03846154	0.065128883	8.03045626	3	Ivan Rakitic	1487
15	5492	3094	1650	1444	1.1426593	0.03846154	0.058991339	18.35159230	3	Samuel Yves Umtiti	1650
16	5503	3857	1643	2214	0.7420958	0.03846154	0.102005375	19.20211759	3	Lionel Andrés Messi Cuccittini	1643
17	5506	2797	1502	1295	1.1598456	0.03703704	0.054435153	20.32831332	3	Javier Alejandro Mascherano	1502
18	6379	2833	1487	1346	1.1047548	0.03846154	0.059600485	6.06236376	3	Sergi Roberto Carnicer	1487
19	6400	638	341	297	1.1481481	0.03571429	0.018379919	1.80034208	3	Aleix Vidal Parreu	341
20	6402	378	140	238	0.5882353	0.03571429	0.016374864	0.28887961	3	Francisco Alcácer García	140
21	6609	1388	656	732	0.8961749	0.03571429	0.035357459	0.42744979	3	Denis Suárez Fernández	656
22	6616	9	4	5	0.8000000	0.02272727	0.006215912	0.00000000	3	Munir El Haddadi Mohamed	4
23	6849	1437	774	663	1.1674208	0.04000000	0.034241287	21.52811618	3	Lucas Digne	774
24	6998	873	421	452	0.9314159	0.03448276	0.023801937	0.01393064	3	Rafael Alcântara do Nascimento	421
25	8652	42	27	15	1.8000000	0.02380952	0.006539052	0.00000000	3	Jasper Cillessen	27

Fuente: Elaboración propia