

Trabajo Final de Grado

**ESTUDIO DE CARACTERÍSTICAS SOBRE EL RANKING
GLOBAL DE LA NBA Y WNBA EN LA TEMPORADA
2021/2022**

Universidad Miguel Hernández de Elche



Realizado por Antonio Peñuela Molina

TUTOR: Alejandro Moya Martínez
COTUTOR: Juan Francisco Monge Ivars

Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

2023-2024

ÍNDICE

1. <i>Introducción</i>	3
2. <i>Objetivos</i>	4
3. <i>Variables</i>	5
4. <i>Resultados</i>	7
5. <i>Limitaciones de estudio</i>	18
6. <i>Anexo</i>	18
7. <i>Bibliografía</i>	19



1. INTRODUCCIÓN

El baloncesto profesional se ha convertido en un fenómeno global, atrayendo a millones de seguidores y generando una industria multimillonaria. Dentro de este contexto, la National Basketball Association (NBA) y la Women's National Basketball Association (WNBA) destacan como las ligas más importantes y competitivas del mundo.

Para llevar a cabo este estudio, se empleó el software estadístico JAMOVI, una herramienta potente y accesible para realizar análisis de datos avanzados. Se introducirá una base de datos que tendrá información sobre los equipos de la WNBA y la NBA, abarcando un total de 53 variables, de las cuales 22 reflejan distintos aspectos cuantificables del rendimiento de los equipos durante la temporada.

El análisis principal se realizará utilizando el Análisis de Componentes Principales (PCA, por sus siglas en inglés), una técnica de análisis multivariante que permite reducir la dimensionalidad del conjunto de datos y extraer las dimensiones más significativas que explican la variabilidad en el rendimiento de los equipos. Este enfoque ayudará a identificar patrones y tendencias comunes entre los equipos de ambas ligas.

Además, para evaluar la fiabilidad de las dimensiones obtenidas del PCA, se llevará a cabo una prueba T para muestras independientes. Esta prueba estadística permitirá estudiar si existen diferencias significativas entre las medias de las dimensiones identificadas para los equipos. Se prestará especial atención a las dimensiones cuyo p-valor resulte significativo, ya que esto indicará diferencias relevantes.

El presente trabajo no solo pretende proporcionar una visión comparativa del rendimiento, sino también contribuir al conocimiento general sobre el baloncesto profesional y su evolución a lo largo del tiempo. Los hallazgos obtenidos pueden ofrecer información valiosa para entrenadores, analistas deportivos y gestores de equipos, ayudando a mejorar el rendimiento deportivo.

En resumen, este estudio explorará de manera detallada el rendimiento de los equipos de la NBA y la WNBA en la temporada 2021-2022, utilizando técnicas estadísticas avanzadas para proporcionar un análisis riguroso y significativo. La aplicación de JAMOVI y el uso de PCA, junto con la prueba T para muestras independientes, garantizan la fiabilidad de los resultados obtenidos, aportando una contribución relevante al campo de los estudios deportivos.

Estas variables serán utilizadas para nuestro estudio. A través de un análisis de componentes principales (PCA) podemos transformar todos estos datos

multivariados a un nuevo conjunto cuyo objetivo es reducir de dimensionalidad de los mismos, es decir, reducir el número de datos cuantificables, para aumentar la cantidad de información de las variables en el menor número de componentes principales.

Aunque esta técnica de componentes principales es debida a Hotelling, estadístico americano, en 1933, la primera publicación relacionada con el PCA fue realizada en 1901 por Pearson, científico británico que introdujo los ajustes ortogonales por mínimos cuadrados.

La obtención de cada una de las componentes principales puede realizarse a partir de varios métodos:

1. Buscando el subespacio de mejor ajuste por el método de los mínimos cuadrados, es decir, minimizando la suma de cuadrados de las distancias de cada punto al subespacio.
2. Buscando aquella combinación lineal de las variables que maximiza la variabilidad.

Para encontrar un espacio de dimensiones reducidas que represente adecuadamente los datos vamos a abordarlo desde dos perspectivas equivalentes: enfoque descriptivo y enfoque estadístico.

- Enfoque descriptivo. El objetivo es encontrar un subespacio de dimensión menor que p , tal que al proyectar sobre él los puntos conserven su estructura con la menor distorsión posible.
- Enfoque estadístico. Representar un punto p dimensionales con la mínima pérdida de información en un espacio de dimensión uno es equivalente a sustituir las p variables originales por una nueva variable que resuma la información.

2. OBJETIVOS

La presente investigación es un estudio observacional transversal y tiene como objetivo analizar y comparar el rendimiento de los equipos de la NBA y la WNBA en la temporada 2021-2022.

Para ello se utilizarán técnicas estadísticas avanzadas. Para alcanzar ese objetivo general, se plantean los siguientes objetivos específicos:

En primer lugar, recopilar y organizar datos relevantes de la temporada 2021-2022 mediante la información detallada de cada uno de los equipos que componen ambas ligas, incluyendo estadísticas de rendimiento, puntos anotados y concebidos por juego, eficiencia ofensiva y defensiva, tasa de tiros libres por intento de tiro, etc. También, asegurarnos de la precisión y consistencia de los datos para facilitar un análisis fiable.

Por otro lado, aplicar el PCA con el objetivo de reducir la dimensionalidad del conjunto de datos y extraer las dimensiones más significativas que expliquen la variabilidad en el rendimiento de los equipos, además de identificar patrones y tendencias comunes en el rendimiento de los equipos de ambas ligas.

Tiene también importancia para la investigación el hecho de poder comparar el rendimiento de los equipos para determinar similitudes y diferencias en el rendimiento, además de identificar los factores que contribuyen al éxito de los equipos de cada liga y discutir sus implicaciones.

Con esto, podemos ofrecer sugerencias prácticas útiles y poder discutir sobre cómo los hallazgos pueden ser aplicados para optimizar estrategias y tomar decisiones informadas que servirá para diferentes sectores del mundo deportivo.

Análisis de datos:

Se realizará como se ha mencionado anteriormente, un análisis de estadística avanzada como es el Análisis de Componentes Principales (PCA en inglés), el cual nos ayuda a determinar qué variables son más influyentes para poder optar a los playoffs.

También, se llevará a cabo la realización de una prueba T-Student para determinar si existen diferencias significativas entre las medidas de las dimensiones identificadas y la interpretación de los resultados de dicha prueba, prestando especial atención a las dimensiones con p-valores significativos, que es otro de los objetivos específicos que ayudará al estudio a llegar a una conclusión.

3. VARIABLES.

En este apartado se detallan las 22 variables que se utilizarán en el análisis del rendimiento de los equipos. Estas variables han sido seleccionadas por su relevancia y capacidad para proporcionar una visión integral del desempeño de los equipos en diferentes aspectos del juego. A continuación, se describen cada una de las variables:

1. *Edad (Age)*. Promedio de edad de los jugadores del equipo. Puede influir en la experiencia y el rendimiento físico del equipo.
2. *Puntos por juego (Pts per G)*. Promedio de puntos anotados por el equipo en cada partido.
3. *Puntos concedidos por juego (Opp Pts per G)*. Promedio de puntos permitidos por el equipo a sus componentes en cada partido.
4. *Margen de victoria (MOV)*. Diferencia promedio entre los puntos anotados y los puntos concedidos por juego. Indica la capacidad del equipo para ganar partidos con una diferencia significativa.
5. *Eficiencia ofensiva (Off rtg)*. Número de puntos anotados por el equipo por cada 100 posesiones. Mide la eficacia del equipo en la parcela ofensiva.

6. *Eficiencia defensiva (Def rtg)*. Número de puntos permitidos del equipo por cada 100 posesiones. Mide la eficacia del equipo en la defensa.
7. *Rating neto (Net rtg)*. Diferencia entre la eficiencia ofensiva y la eficiencia defensiva. Indica el rendimiento global del equipo.
8. *Tasa de tiros libres por intento de tiro (FTA per FGA Pct)*. Proporción de tiros libres intentados en relación con los intentos de tiro de campo. Refleja la habilidad del equipo para generar faltas y obtener tiros libres.
9. *Tasa de intentos de triples por intento de tiro (FG3A per FGA Pct)*. Proporción de intentos de tiros de tres puntos en relación con los intentos de tiro de campo. Indica la tendencia del equipo a lanzar desde la línea de tres puntos.
10. *Porcentaje de tiro verdadero (TS Pct)*. Medida de la eficiencia de tiro que toma en cuenta los tiros de campo, tiros de tres puntos y tiros libres.
11. *Porcentaje de tiros efectivos (eFG Pct)*. Ajusta el porcentaje de tiros de campo para valorar la mayor importancia de los tiros de tres puntos.
12. *Porcentaje de pérdidas de balón (TOV Pct)*. Proporción de posesiones del equipo que terminan en pérdidas de balón. Indica el control del balón por parte del equipo.
13. *Porcentaje de rebotes ofensivos (ORB Pct)*. Proporción de rebotes ofensivos capturados en relación con las oportunidades de rebote ofensivo. Mide la capacidad del equipo para obtener segundas oportunidades de anotación.
14. *Tasa de tiros libres (FT Rate)*. Proporción de tiros libres anotados en relación con los intentos de tiro de campo. Refleja la habilidad del equipo para anotar en la línea de tiros libres.
15. *Porcentaje efectivo de tiros del oponente (Opp eFG Pct)*. Ajusta el porcentaje de tiros de campo permitidos por el equipo para valorar la mayor importancia de los tiros de tres puntos del oponente.
16. *Porcentaje de pérdidas de balón del oponente (Opp TOV Pct)*. Proporción de posesiones del oponente que terminan en pérdidas de balón. Indica la capacidad del equipo para forzar errores en el adversario.
17. *Porcentaje de rebotes defensivos (DRB Pct)*. Proporción de rebotes defensivos conseguidos en relación con las oportunidades de rebote defensivo. Mide la habilidad del equipo para asegurar el rebote y finalizar la posesión del oponente.
18. *Tasa de tiros libres del oponente (Opp FT Rate)*. Proporción de tiros libres intentados por el oponente en relación con sus intentos de tiro de campo. Refleja la tendencia del equipo a cometer faltas.
19. *Porcentaje de tiros de campo (FG Pct)*. Proporción de tiros de campo anotados por el equipo en relación con los intentos de tiro de campo.
20. *Porcentaje de triples (FG3 Pct)*. Proporción de tiros de tres puntos anotados en relación con los intentos de tiro de tres puntos.
21. *Porcentaje de tiros de dos puntos (FG2 Pct)*. Proporción de tiros de dos puntos anotados en relación con los intentos de tiros de dos puntos.
22. *Porcentaje de tiros libres (FT Pct)*. Proporción de tiros libres anotados en relación con los intentos de tiros libres.

Propiedades de los componentes: [Estornell, 2013]

Los componentes principales presentan las siguientes propiedades:

- Conservan la variabilidad inicial, es decir, la suma de las varianzas de los componentes es igual a la suma de las varianzas de las variables originales, y la varianza generalizada de los componentes es igual a la original.
- Las covarianzas entre cada componente entre cada componente principal y las variables vienen dadas por el producto de las coordenadas del vector propio que define el componente por su valor propio.
- La proporción de variabilidad explicada por un componente es el cociente entre su varianza, el valor propio asociado al vector propio que lo define, y la suma de los valores propios de la matriz.

Software:

JAMOVI es un software de análisis estadístico gratuito y de código abierto que ha ganado popularidad debido a su accesibilidad, facilidad de uso y potentes capacidades analíticas. Desarrollado con el objetivo de hacer la estadística accesible para todos, este programa combina una interfaz intuitiva con una sólida funcionalidad estadística.



4. RESULTADOS.

La base de datos utilizada incluye 42 equipos en total (30 equipos de la NBA y 12 equipos de la WNBA) en la que trabajaremos sobre las 22 variables descritas anteriormente. Para conocer qué variables pueden influir o determinar que un equipo pueda o no clasificar para los playoffs se lleva a cabo el PCA. A continuación en la figura 1 se pueden apreciar las dos dimensiones del PCA que representan los ejes. En cuanto a los puntos que aparecen distribuidos, se refieren a los diferentes equipos de la NBA y la WNBA. El número al que pertenece cada equipo lo podemos encontrar más abajo en la 'tabla de perfil de equipos' (pág. 12).

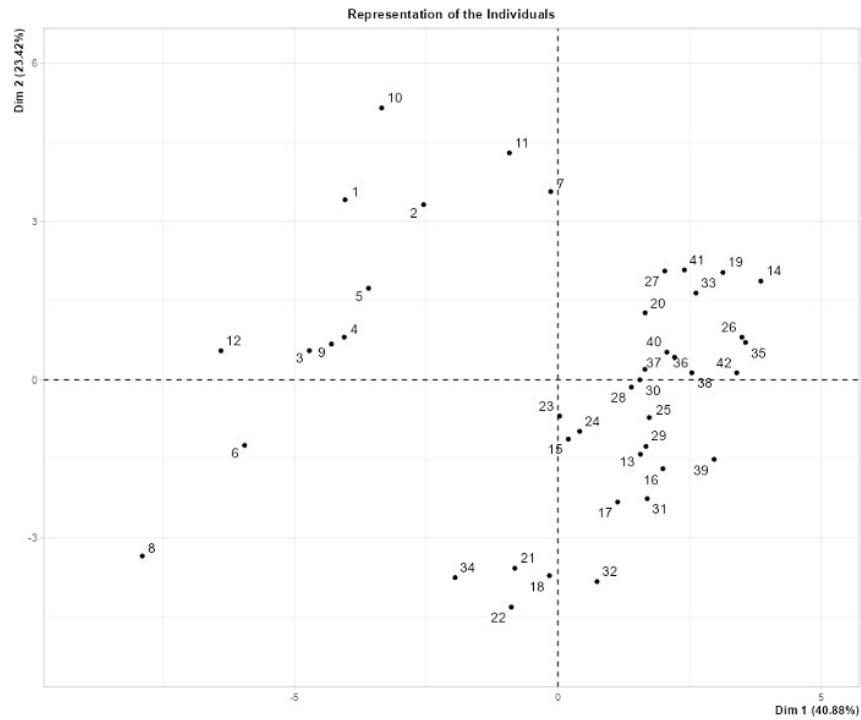


Figura 1. Representación de los equipos en plano dimensional

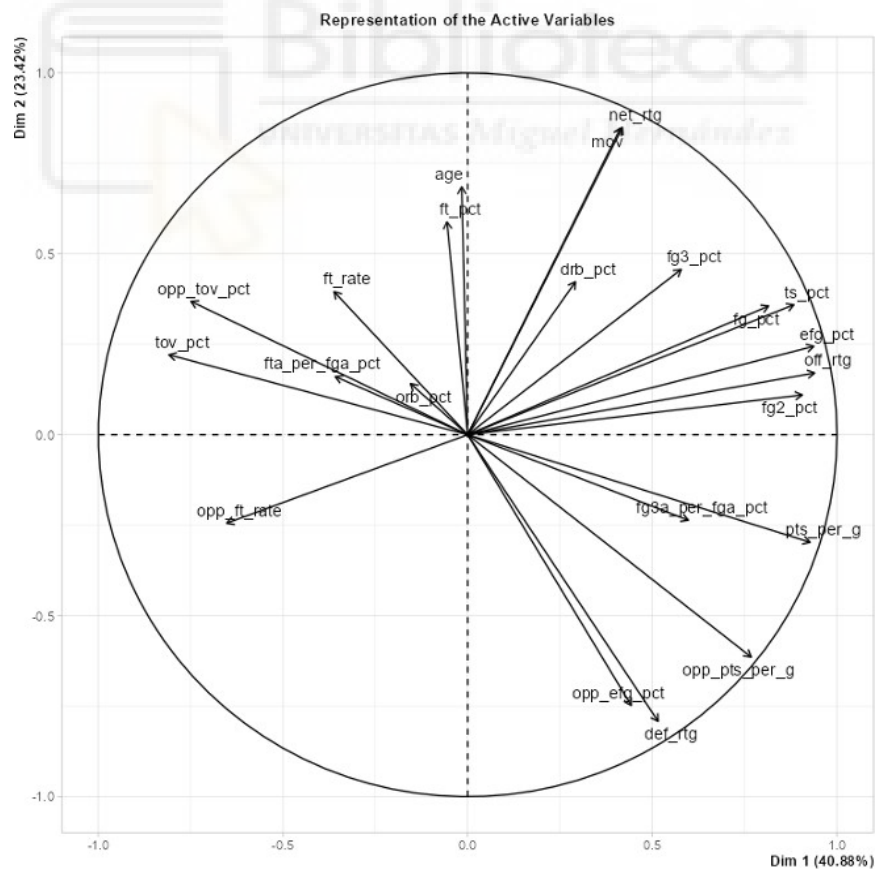


Figura 2. Representación de las variables estudiadas sobre las Dimensiones 1 y 2.

INTERPRETACIÓN DEL GRÁFICO DE PCA.

Ejes de dimensiones:

Las dimensiones son combinaciones lineales de las variables originales y están diseñadas para representar en una variable (dimensión o componente principal) distintas variables de la base de datos. Por lo tanto, las dimensiones representan un porcentaje de variabilidad de los datos. En la figura 3 podemos explorar que la primera dimensión representa el 40,88% de la variabilidad total de los datos, para la segunda dimensión representa el 23,42%. Con estas dos componentes explican aproximadamente el 64,30% de la variabilidad total de los datos. Esto significa que gran parte de la información contenida en las variables originales se puede visualizar en este gráfico bidimensional.

Distribución de los individuos:

En la figura 1 cada punto en el gráfico representa a un equipo. Los equipos que están más cerca unos de otros en el gráfico tienen perfiles similares en las variables analizadas. Los equipos que están más alejados en el gráfico tienen perfiles más diferentes.

Respecto a los cuadrantes que encontramos, en el primero de ellos (arriba a la derecha) los equipos tienden a tener valores altos en las dimensiones representadas positivamente en ambos ejes. En el segundo cuadrante (arriba a la izquierda), los equipos aquí tienen valores altos en *Dim 2* y valores bajos en *Dim 1*. En el tercer cuadrante, los equipos en este cuadrante tienen valores bajos tanto en *Dim 1* como en *Dim 2*. El último de ellos (abajo a la derecha), los equipos aquí tienen valores altos en *Dim 1* y valores bajos en *Dim 2*.

Interpretación específica de alguno de los equipos:

- *Connecticut Sun*: Se encuentra en la parte superior del gráfico, indicando que tiene un perfil muy distinto comparado con otros equipos, con un valor particularmente alto en *Dim 2*.
- *Indiana Fever* y *Detroit Pistons*: Estos equipos se encuentran en posiciones extremas opuestas en el gráfico, con perfiles muy diferentes en comparación con otros equipos y entre sí.
- Grupos de equipos: Hay un grupo de equipos (por ejemplo, *Utah Jazz*, *Phoenix Suns*, *Milwaukee Bucks*, *Golden State Warriors*, *Denver Nuggets* y *Boston Celtics*) que están muy juntos en el gráfico, indicando perfiles muy similares.

Varianza explicada por las dimensiones:

La primera dimensión (*Dim 1*) es la que más varianza explica, ya que sus variables que están más correlacionadas con esta dimensión son las más importantes para diferenciar a los equipos. La *Dimensión 2* añade información adicional, aunque en menor medida. Lo mismo pasa con *Dim 3* y *Dim 4*, capturan una parte adicional de

la varianza en los datos, pero la *Dim 3* en menor medida que la segunda dimensión, y *Dim 4* menos que *Dim 3*. Para la determinación del número de patrones que se deberán explorar, se ha visto que el número de varianza explicada acumulada al 80.7% se determina en la dimensión 4.

La tabla 1 muestra los valores propios (eigenvalues) y el porcentaje de varianza explicada por cada una de las dimensiones principales. La Dim. 1 tiene un eigenvalue alto, lo que indica que esta dimensión retiene una cantidad significativa de la varianza total de los datos. A medida que vamos aumentando en número de dimensiones, el valor propio (eigenvalue) va inversamente proporcional y representa una menor porción considerable de la varianza. La tercera y cuarta dimensiones aún contribuyen con varianza adicional, pero su importancia es menor comparada con las dos primeras. El límite que hemos determinado para analizar es la cuarta dimensión, puesto que todos los eigenvalues mayores de 1 nos pueden ayudar a determinar el número de dimensiones de nuestra investigación, además de tener un 80.7% de porcentaje de varianza acumulado, suficiente para elaborar un correcto estudio.

Eigenvalue and (Cumulative) Percentage of Variance			
	Eigenvalue	% of the variance	Cumulative %
Dim. 1	8.99310	40.87774	40.9
Dim. 2	5.15312	23.42326	64.3
Dim. 3	1.92035	8.72886	73.0
Dim. 4	1.69704	7.71382	80.7
Dim. 5	0.85458	3.88444	84.6
Dim. 6	0.74691	3.39503	88.0
Dim. 7	0.70582	3.20829	91.2
Dim. 8	0.57407	2.60941	93.8
Dim. 9	0.50366	2.28935	96.1
Dim. 10	0.31329	1.42404	97.6
Dim. 11	0.27957	1.27077	98.8
Dim. 12	0.18908	0.85946	99.7
Dim. 13	0.05435	0.24705	99.9
Dim. 14	0.00886	0.04028	100.0
Dim. 15	0.00271	0.01233	100.0
Dim. 16	0.00196	0.00889	100.0
Dim. 17	9.06e -4	0.00412	100.0
Dim. 18	4.25e -4	0.00193	100.0
Dim. 19	1.53e -4	6.98e -4	100.0
Dim. 20	4.68e -5	2.13e -4	100.0
Dim. 21	1.22e -6	5.56e -6	100.0
Dim. 22	1.87e -30	8.49e -30	100.0

Tabla 1. Descomposición del eigenvalue de las dimensiones

Variables correlacionadas con Dim 1	
Positivas	Negativas
<ul style="list-style-type: none"> · off_rtg (0.9398) · efg_pct (0.9374) · pts_per_g (0.9274) · fg2_pct (0.9063) · ts_pct (0.8834) · fg_pct (0.8710) · opp_pts_per_g (0.7678) · fg3a_per_fga_pct (0.5976) · fg3_pct (0.5783) 	<ul style="list-style-type: none"> · opp_ft_rate (-0.6526) · opp_tov_pct (-0.7495) · tov_pct (-0.8091)
Interpretación	
<p>Los equipos que están bien posicionado en Dim 1 tienden a tener las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Alta eficiencia ofensiva (off_rtg) ● Altos porcentajes de tiro (efg_pct, fg2_pct, fg_pct, fg3_pct, ts_pct) ● Gran cantidad de puntos por juego (pts_per_g) ● Menor porcentaje de pérdidas de balón (tov_pct) ● Mayor tendencia a intentar triples (fg3a_per_fga_pct) ● Menor efectividad del oponente en cuanto a obtener tiros libres (opp_ft_rate) ● Menor capacidad del rival para forzar pérdidas (opp_tov_pct) <p>En general, destacan por su capacidad ofensiva, eficiencia en tiros y cuidado del balón.</p>	

Tabla 2a. Correlación de las variables con la Componente 1.

Variables correlacionadas con Dim 2	
Positivas	Negativas
<ul style="list-style-type: none"> · net_rtg (0.8493) · mov (0.8476) · age (0.6849) · ft_pct (0.5881) · fg3_pct (0.5367) · drb_pct (0.4226) 	<ul style="list-style-type: none"> · opp_pts_per_g (-0.6143) · opp_efg_pct (-0.7921) · def_rtg (-0.7921)

Interpretación
<p>Los equipos que están bien posicionado en Dim 2 tienden a tener las siguientes características:</p> <p>Alto rating neto (net_rtg) Gran margen de victoria (mov) Mayor edad promedio (age) Altos porcentajes de tiros libres (ft_pct) y triples (fg3_pct) Alta proporción de rebotes defensivos (drb_pct) Menor cantidad de puntos encajados por juego (opp_pts_per_g) Baja eficiencia ofensiva del oponente (opp_efg_pct) y eficiencia defensiva alta (def_rtg)</p> <p>En general, destacan por su solidez defensiva, capacidad para dominar el rebote, y eficacia en la línea de tiros libres.</p>

Tabla 2b. Correlación de las variables con la Componente 2.

Los equipos que mejor posicionados están en el gráfico PCA son aquellos que combinan una alta eficiencia ofensiva con una buena defensa. La capacidad de anotar y limitar las oportunidades del rival son factores clave. Además, un menor porcentaje de pérdidas de balón y un alto margen de victoria también son indicadores de éxito en ambas dimensiones. La experiencia (edad promedio del equipo) parece ser un factor relevante, especialmente en la segunda dimensión, indicando que la veteranía puede contribuir a un rendimiento superior.

Perfil de equipos:

Equipo	Playoffs	Dimensión	Características
Washington Mystics (1)	Yes	Dim 1 -/Dim 2 +	Menor rendimiento ofensivo. Mayor rendimiento general y defensa.
Seattle Storm (2)	Yes	Dim 1 -/Dim 2 +	Menor rendimiento ofensivo. Mayor rendimiento general y defensa.
Phoenix Mercury (3)	Yes	Dim 1 -/Dim 2 +	Menor rendimiento ofensivo. Mayor rendimiento general y defensa.
New York Liberty (4)	Yes	Dim 1 -/Dim 2 +	Menor rendimiento ofensivo. Mayor rendimiento general y defensa.
Minnesota Lynx (5)	No	Dim 1 -/Dim 2 +	Menor rendimiento ofensivo. Mayor rendimiento general y defensa.

Los Angeles Sparks (6)	No	Dim 1 -/Dim 2 -	Menor rendimiento ofensivo. Menor rendimiento general y defensa.
Las Vegas Aces (7)	Yes	Dim 2 +	Mayor rendimiento general y defensa.
Indiana Fever (8)	No	Dim 1 -/Dim 2 -	Menor rendimiento ofensivo. Menor rendimiento general y defensa.
Dallas Wings (9)	Yes	Dim 1 -/Dim 2 +	Menor rendimiento ofensivo. Mayor rendimiento general y defensa.
Connecticut Sun (10)	Yes	Dim 1 -/Dim 2 +	Menor rendimiento ofensivo. Mayor rendimiento general y defensa.
Chicago Sky (11)	Yes	Dim 1 -/Dim 2 +	Menor rendimiento ofensivo. Mayor rendimiento general y defensa.
Atlanta Dream (12)	No	Dim 1 -/Dim 2 +	Menor rendimiento ofensivo. Mayor rendimiento general y defensa.
Washington Wizards (13)	No	Dim 1 +/Dim 2 -	Mayor rendimiento ofensivo. Menor rendimiento general y defensa.
Utah Jazz (14)	Yes	Dim 1 +/Dim 2 +	Mayor rendimiento ofensivo. Mayor rendimiento general y defensa.
Toronto Raptors (15)	Yes	Dim 2 -	Menor rendimiento general y defensa.
San Antonio Spurs (16)	No	Dim 1 +/Dim 2 -	Mayor rendimiento ofensivo. Menor rendimiento general y defensa.
Sacramento Kings (17)	No	Dim 1 +/Dim 2 -	Mayor rendimiento ofensivo. Menor rendimiento general y defensa.
Portland Trail Blazers (18)	No	Dim 2 -	Menor rendimiento general y defensa.
Phoenix Suns (19)	Yes	Dim 1 +/Dim 2 +	Mayor rendimiento ofensivo. Mayor rendimiento general y defensa.
Philadelphia 76ers (20)	Yes	Dim 1 +/Dim 2 +	Mayor rendimiento ofensivo. Mayor rendimiento general y defensa.
Orlando Magic (21)	No	Dim 1 -/Dim 2 -	Menor rendimiento ofensivo. Menor rendimiento general y defensa.
Oklahoma City Thunder (22)	No	Dim 1 -/Dim 2 -	Menor rendimiento ofensivo. Menor rendimiento general y defensa.

New York Knicks (23)	No	Dim 2 -	Menor rendimiento general y defensa.
New Orleans Pelicans (24)	Yes	Dim 1 +/Dim 2 -	Mayor rendimiento ofensivo. Menor rendimiento general y defensa.
Minnesota Timberwolves (25)	Yes	Dim 1 +/Dim 2 -	Mayor rendimiento ofensivo. Menor rendimiento general y defensa.
Milwaukee Bucks (26)	Yes	Dim 1 +/Dim 2 +	Mayor rendimiento ofensivo. Mayor rendimiento general y defensa.
Miami Heat (27)	Yes	Dim 1 +/Dim 2 +	Mayor rendimiento ofensivo. Mayor rendimiento general y defensa.
Memphis Grizzlies (28)	Yes	Dim 1 +	Mayor rendimiento ofensivo
Los Angeles Lakers (29)	No	Dim 1 +/Dim 2 -	Mayor rendimiento ofensivo. Menor rendimiento general y defensa.
Los Angeles Clippers (30)	No	Dim 1 +	Mayor rendimiento ofensivo.
Indiana Pacers (31)	No	Dim 1 +/Dim 2 -	Mayor rendimiento ofensivo. Menor rendimiento general y defensivo.
Houston Rockets (32)	No	Dim 1 +/Dim 2 -	Mayor rendimiento ofensivo. Menor rendimiento general y defensivo.
Golden State Warriors (33)	Yes	Dim 1 +/Dim 2 +	Mayor rendimiento ofensivo. Mayor rendimiento general y defensa.
Detroit Pistons (34)	No	Dim 1 -/Dim 2 -	Menor rendimiento ofensivo. Menor rendimiento general y defensivo.
Denver Nuggets (35)	Yes	Dim 1 +/Dim 2 +	Mayor rendimiento ofensivo. Mayor rendimiento general y defensa.
Dallas Mavericks (36)	Yes	Dim 1 +/Dim 2 +	Mayor rendimiento ofensivo. Mayor rendimiento general y defensa.
Cleveland Cavaliers (37)	No	Dim 1 +	Mayor rendimiento ofensivo
Chicago Bulls (38)	Yes	Dim 1 +	Mayor rendimiento ofensivo.
Charlotte Hornets (39)	No	Dim 1 +/Dim 2 -	Mayor rendimiento ofensivo. Menor rendimiento defensivo.

Brooklyn Nets (40)	Yes	Dim 1 +/Dim 2 +	Mayor rendimiento ofensivo. Mayor rendimiento general y defensa.
Boston Celtics (41)	Yes	Dim 1 +/Dim 2 +	Mayor rendimiento ofensivo. Mayor rendimiento general y defensa.
Atlanta Hawks (42)	Yes	Dim 1 +	Mayor rendimiento ofensivo.

Aunque ambas dimensiones son importantes, Dim 2 tiene una mayor relevancia en la clasificación a los playoffs con un 78,57% (33 equipos) en comparación con Dim 1 que se obtiene un 52,38% (22 equipos). Esto explica que un rendimiento equilibrado y una defensa sólida son más decisivos que solo un buen desempeño ofensivo.

La implicación que esto conlleva, el entrenamiento y desarrollo de los jugadores, deberían priorizar programas de entrenamiento que mejoren tanto las habilidades defensivas como las ofensivas, puesto que ambas dimensiones en valores negativos muestran una pérdida de rendimiento y consecución del éxito. En cuanto al análisis y estrategias de juego: Los equipos cuyas variables son positivas consiguen el objetivo marcado, por lo que entrenadores y analistas deben considerar ambos aspectos del juego al diseñar estrategias para la temporada. Dentro de estas estrategias, habrá variables que tengan más importancia para la mejora del rendimiento, como son la de alto porcentaje de tiros por partido y menor porcentaje de pérdidas de balón en la Dim 1, o las de alto rating neto o mayor edad promedio en la Dim 2. Los recursos e inversiones en jugadores y tecnologías que deben mejorar el rendimiento general del equipo (análisis de datos avanzados, entrenamiento personalizado, etc.) serán esenciales para los equipos que aspiran a mejorar su desempeño y clasificar a los playoffs.

EQUIPOS MASCULINOS (30)	EQUIPOS FEMENINOS (12)
DIM 1 +: 24 EQUIPOS	DIM 1 +: 0 EQUIPOS
DIM 1 -: 3 EQUIPOS	DIM 1 -: 11 EQUIPOS
DIM 2 +: 10 EQUIPOS	DIM 2 +: 10 EQUIPOS
DIM 2 -: 15 EQUIPOS	DIM 2 -: 2 EQUIPOS

Tabla 3: Correlaciones de equipos con las dimensiones estratificadas por género.

El 80% de los equipos masculinos tienen una correlación positiva con la dimensión 1, mientras el 10% correlación negativa. En cuanto a la dimensión 2, el 30% tienen correlación positiva mientras el 50% tiene correlación negativa. En el caso de los equipos femeninos el 91,67% tiene correlación negativa con la dimensión 1, aunque no existe equipo con correlación positiva con dicha dimensión. De forma contraria en la dimensión 2, el 83,33% siguen una correlación positiva, mientras 16,67% una

correlación negativa. Estos resultados los podemos observar en la tabla 3. Por lo tanto, la gran mayoría de los equipos masculinos tienen un rendimiento ofensivo positivo, indicando que los equipos masculinos son fuertes en métricas ofensivas. Los partidos de la NBA tienen un mayor componente ofensivo que la WNBA, por lo que son partidos con mayor número de puntos. Por lo que respecta al rendimiento general y defensa, los equipos masculinos tienen una distribución más equilibrada en Dim 2, mientras que los equipos femeninos muestran un rendimiento generalmente fuerte en esta dimensión.

Conclusiones	
Enfoque de mejora para equipos femeninos	Los equipos femeninos pueden necesitar centrarse más en mejorar sus capacidades ofensivas.
Fortalecimiento defensivo para equipos masculinos	Una parte significativa de los equipos masculinos debe mejorar su rendimiento general y defensivo, ya que 15 de ellos tienen valores negativos en Dim 2.
Diferencias estructurales en competencias	Las diferencias marcadas en el rendimiento ofensivo y defensivo entre los equipos masculinos y femeninos pueden reflejar diferencias estructurales en las ligas, entrenamiento, y recursos disponibles.

Prueba T para Muestras Independientes

		Estadístico	gl	p
Dim. 1	T de Student	-1.3083	40.0	0.198
Dim. 2	T de Student	-5.9977	40.0	< .001
Dim. 3	T de Student	-0.1051	40.0	0.917
Dim. 4	T de Student	0.0519	40.0	0.959

Nota. $H_0: \mu_{No} = \mu_{Yes}$

Tabla 4. Prueba T para muestras independientes

La tabla 4, trata de conocer si existen diferencias significativas entre las coordenadas o las combinaciones lineales de las componentes sabiendo si el equipo ha llegado a la fase de Playoff o no. La Prueba T para Muestras Independientes tiene los resultados de comparar las medias de dos grupos distintos en cada una de las dimensiones obtenidas del análisis de componentes principales.

Los valores estadísticos, los grados de libertad (gl) y los valores p proporcionan información sobre si las diferencias entre los grupos son estadísticamente significativas. La Dim. 1 no muestra una diferencia significativa entre los grupos ($p > 0.05$). Esto significa que no hay evidencia para afirmar que las medias de los dos grupos se diferencian significativamente. Lo mismo para con la Dim. 3 y Dim. 4. La Dim. 2, en cambio, sí muestra una diferencia significativa entre los grupos ($p < 0.001$). El significado de esta dimensión sugiere que los factores representados por la Dim. 2 son determinantes para acceder a los Playoff.

Descriptivas de Grupo

	Grupo	N	Media	Mediana	DE	EE
Dim. 1	No	18	-0.7015	0.3874	3.21	0.757
	Yes	24	0.52609	1.6945	2.85	0.581
Dim. 2	No	18	-1.8037	-1.6009	1.74	0.409
	Yes	24	1.35277	0.8061	1.65	0.337
Dim. 3	No	18	-0.0266	-0.0333	1.11	0.262
	Yes	24	0.01995	0.1074	1.61	0.329
Dim. 4	No	18	0.0123	-0.1903	1.19	0.280
	Yes	24	-0.00925	0.0831	1.43	0.293

Tabla 5. Tabla descriptiva de las dimensiones obtenidas PCA y acceso a los Playoff.

La tabla 5, proporciona información sobre las medias, medianas, desviaciones estándar (DE) y errores estándar (EE) para cada dimensión, separando los equipos que jugaron los playoffs y los que no.

En este caso, vamos a analizar aquellos valores que pertenezcan a la Dim. 2, porque es la única de las cuatro que muestra una diferencia significativa entre la NBA y la WNBA.

Conclusión

La conclusión que podemos sacar de esta tabla descriptiva es que los equipos que entran en playoffs tienen un valor mayor en la media y la mediana (entre -1 y 1) que los que no lo hicieron. De esta manera, volvemos a confirmar que un valor alto en la Dim. 2 es un gran indicador de éxito en la clasificación a los playoffs. Esto podría indicar que las variables de esta dimensión (alto rating neto, gran margen de victoria, mayor edad promedio, altos porcentajes de tiros libres y triples, alta proporción de rebotes defensivos, menor cantidad de puntos encajados por juego, baja eficiencia ofensiva del oponente y eficiencia defensiva alta) son determinantes para el éxito en los playoffs.

5. LIMITACIONES DE ESTUDIO

Se detallan a continuación las limitaciones de estudio encontradas en nuestro trabajo:

- La cantidad de equipos y temporadas que hay en el análisis es limitada. Equipos de otras temporadas o ligas no están incluidos.
- Los datos utilizados dependen de la precisión y la actualización de las fuentes de datos. Algún error en la recopilación de datos puede influir en los resultados del análisis.
- La elección de 22 variables podría no englobar todos los aspectos relevantes del rendimiento de los equipos. Con una cantidad aún mayor de variables adicionales podrían proporcionar una visión más completa.
- La comparación entre la NBA y la WNBA puede estar limitada por diferencias estructurales entre las dos ligas.

6. ANEXO

\$Dim.1	\$quanti	correlation	p.value	\$Dim.2	\$quanti	correlation	p.value
	off_rtg	0.9398	2.972e-20		net_rtg	0.8493	1.172e-12
	efg_pct	0.9374	6.272e-20		mov	0.8476	1.440e-12
	pts_per_g	0.9274	1.120e-18		age	0.6849	5.646e-07
	fg2_pct	0.9063	1.496e-16		ft_pct	0.5881	4.214e-05
	ts_pct	0.8834	9.610e-15		fg3_pct	0.4569	2.354e-03
	fg_pct	0.8151	5.002e-11		drb_pct	0.4226	5.302e-03
	opp_pts_per_g	0.7678	2.963e-09		ft_rate	0.3955	9.539e-03
	fg3a_per_fga_pct	0.5976	2.929e-05		opp_tov_pct	0.3686	1.629e-02
	fg3_pct	0.5783	6.039e-05		ts_pct	0.3592	1.949e-02
	def_rtg	0.5159	4.701e-04		fg_pct	0.3556	2.081e-02
	opp_efg_pct	0.4429	3.313e-03		opp_pts_per_g	-0.6143	1.510e-05
	net_rtg	0.4190	5.748e-03		opp_efg_pct	-0.7479	1.257e-08
	mov	0.4140	6.424e-03		def_rtg	-0.7921	4.159e-10
	fta_per_fga_pct	-0.3586	1.968e-02		attr("class")		
	ft_rate	-0.3619	1.852e-02		[1] "condes" "list"		
	opp_ft_rate	-0.6526	2.821e-06				
	opp_tov_pct	-0.7495	1.122e-08				
	tov_pct	-0.8091	8.902e-11				
	attr("class")						
	[1] "condes" "list"						
\$Dim.3	\$quanti	correlation	p.value	\$Dim.4	\$quanti	correlation	p.value
	fta_per_fga_pct	0.7230	6.401e-08		ft_rate	0.6181	0.0000129
	orb_pct	0.7038	2.004e-07		fta_per_fga_pct	0.5181	0.0004402
	ft_rate	0.5157	4.730e-04		age	0.4026	0.0082083
	drb_pct	0.3329	3.120e-02		orb_pct	-0.5298	0.0003081
	opp_efg_pct	0.3238	3.644e-02		attr("class")		
	ft_pct	-0.4514	2.695e-03		[1] "condes" "list"		
	attr("class")						
	[1] "condes" "list"						

Tabla 6. Tabla de correlación de variables con las dimensiones

7. BIBLIOGRAFÍA

- Hotelling, H. (1933). Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *Journal of Educational Psychology*, 61, 417-441.
- Pearson, K. (1901). On lines and planes of closest fit to systems of points in space. *Philosophical Magazine*, 2, 559-572.
- Tipping, M. E., & Bishop, C. M. (1999). Probabilistic principal component analysis. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)*, 61, 611-622.
- Jolliffe, I. T. (2002). *Principal component analysis* (2nd ed.). Springer Series in Statistics.
- Zou, H., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2006). Sparse principal component analysis. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 15(2), 265-286.
- Abdi, H., & Williams, L. J. (2010). Principal component analysis. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 2, 433-459.
- Dunteman, G. H. (1989). *Principal components analysis*. SAGE Publications.
- Izenman, A. J. (2008). *Modern multivariate statistical techniques: Regression, classification, and manifold learning*. Springer.
- Raykov, T., & Marcoulides, G. A. (2008). *An introduction to applied multivariate analysis*. Routledge.
- Thompson, R. C. (1976). The behavior of eigenvalues and singular values under perturbations of restricted rank. *Linear Algebra and Its Applications*, 13(1-2), 69-78.
- Montilla, J.-M., & Kromrey, J. (2010). Robustez de las pruebas T en comparación de medias, ante violación de supuestos de normalidad y homocedasticidad. *Ciencia e Ingeniería*, 31(2), 101-107.
- Hinkle, A. J., Brown, S. M., & Mulcahey, M. K. (2021). Gender disparity among NBA and WNBA team physicians. *The Physician and Sportsmedicine*, 49(2), 219-222.
- Cervone, D., D'Amour, A., Bornn, L., & Goldsberry, K. (2014). *Predicting points and valuing decisions in real time with NBA optical tracking data*. Department of Statistics and Institute for Quantitative Social Science, Harvard University.
- Mandić, R., Jakovljević, S., Erčulj, F., & Štrumbelj, E. (2019). Trends in NBA and Euroleague basketball: Analysis and comparison of statistical data from 2000 to 2017. *PLOS ONE*, 14(10), e0223524.