



PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de Ciencias del
Ejercicio y la Salud

ISSN: 1409-0724

ISSN: 1659-4436

pensarenmovimiento.eefd@ucr.ac.cr

Universidad de Costa Rica

Costa Rica

Meli Neto, Bruno; Fuini Puggina, Enrico; Pombo Menezes, Rafael;
Machado, João Cláudio; Vanella, Ricardo; Aquino, Rodrigo

**ANÁLISIS DE REDES SOCIALES EN EL DEPORTE DESDE
EL PUNTO DE VISTA DEL ENFOQUE ECOLÓGICO[1]**

PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de Ciencias del Ejercicio
y la Salud, vol. 20, núm. 1, e50152, 2022, Enero-Junio

Universidad de Costa Rica

Montes de Oca, Costa Rica

DOI: <https://doi.org/10.15517/pensarmov.v20i1.50152>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=442069608008>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

[redalyc.org](https://www.redalyc.org)

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Ensayos y Revisiones Bibliográficas

PENSAR EN MOVIMIENTO:

Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud

ISSN 1659-4436

Vol. 20, No.1, pp. 1- 21

Abre 1° de enero y cierra el 30 de junio, 2022



ANÁLISIS DE REDES SOCIALES EN EL DEPORTE DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL ENFOQUE ECOLÓGICO¹

ANÁLISE DE REDES SOCIAIS NO ESPORTE PELA ÓTICA DA ABORDAGEM ECOLÓGICA: UM ENSAIO TEÓRICO

SOCIAL NETWORKS ANALYSIS IN SPORTS THROUGH AN ECOLOGICAL APPROACH—A THEORETICAL FRAMEWORK

Bruno Meli Neto ¹, Enrico Fuini Puggina ¹, Rafael Pombo Menezes ¹, João Cláudio
Machado ², Ricardo Vanella ³, Rodrigo Aquino ⁴
bruno.neto@usp.br; enrico@usp.br; rafaelpombo@usp.br; joaoclaudiomachado@gmail.com;
vanella.ricardo.10@gmail.com; aquino.rlq@gmail.com

¹ Universidad de São Paulo, Ribeirão Preto, Brasil

² Universidad Federal de Amazonas, Manaus, Brasil

³ Universidad de Porto, Porto, Portugal

⁴ Universidade Federal de Espírito Santo, Vitória, Brasil

Envío original: 2021-02-20 Reenviado: 2021-06-14, 2021-08-08

Aceptado: 2021-08-10

Publicado en versión en español: 2022-03-01

Doi: <https://doi.org/10.15517/pensarmov.v20i1.50152>

Editora asociada a cargo: Ph.D. Cecilia Romero Barquero

¹ Artículo traducido al español. Original en portugués disponibles en Meli Neto, B., Fuini Puggina, E., Pombo Menezes, R., Cláudio Machado, J., Vanella, R., & Aquino, R. (2021). Análisis de redes sociales en el deporte desde el punto de vista del enfoque ecológico. *Pensar en Movimento: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 19(2), e45918. <https://doi.org/10.15517/pensarmov.v19i2.45918>



RESUMEN

Meli Neto, B., Fuini Puggina, E., Pombo Menezes, R., Cláudio Machado, J., Vanella, R., y Aquino, R. (2022). Análisis de redes sociales en el deporte desde el punto de vista del enfoque ecológico. **PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud**, 20(1), 1-21. El análisis del rendimiento está relacionado con la pedagogía del deporte. Las bases teóricas que sustentan las selecciones metodológicas deben estar bien establecidas para que haya una convergencia entre los instrumentos de evaluación y el proceso de enseñanza y entrenamiento. Este ensayo pretende presentar y discutir la importancia y representatividad del análisis de redes sociales para evaluar el rendimiento en los deportes de equipo. El objetivo principal del análisis de redes sociales es estudiar la relación entre los jugadores para identificar las posibles causas y consecuencias de los eventos durante el partido. Así, el análisis de redes sociales es diferente de los análisis tradicionales, en los que el foco principal está en el sujeto, o de los análisis notacionales, que son más utilizados y acumulan la frecuencia de los eventos ocurridos (por ejemplo, los goles marcados, la posesión del balón, las zonas de remate). Esta herramienta de evaluación, posicionada teóricamente en un enfoque ecológico, se muestra eficaz para la identificación de los patrones de interacción en un grupo y la comprensión de los artificios sociales que ayudan a entender el rendimiento de un equipo. Así, los equipos pasan a ser analizados como grupos sociales y no como sujetos aislados. En este ensayo también se exponen las principales aplicaciones prácticas de esta herramienta de evaluación en diferentes deportes de equipo como el fútbol, el fútbol sala, el balonmano, el baloncesto y el voleibol.

Palabras clave: pedagogía del deporte, análisis del rendimiento, análisis del juego, deportes de equipo, deportes de invasión.

RESUMO

Meli Neto, B., Fuini Puggina, E., Pombo Menezes, R., Cláudio Machado, J., Vanella, R., e Aquino, R. (2022). Análise de redes sociais no esporte pela ótica da abordagem ecológica: um ensaio teórico. **PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud**, 20(1), 1-21. A análise de desempenho é uma disciplina intimamente relacionada à pedagogia do esporte. As bases teóricas que sustentam as escolhas metodológicas devem ser bem estabelecidas para existir uma convergência entre os instrumentos de avaliação e o processo de ensino e treinamento. Este ensaio teórico teve por objetivo apresentar e discutir a importância e representatividade da análise de redes sociais para avaliar o desempenho em esportes coletivos. O principal objetivo da análise de redes sociais é estudar a relação entre os jogadores para identificar possíveis causas e consequências dos eventos ocorridos durante a partida. Sendo assim, a análise de redes sociais trabalha de forma diferente das análises tradicionais, nas quais o principal foco está no sujeito, ou em análises notacionais que são as mais comumente utilizadas e que buscam a acumulação da frequência dos eventos ocorridos (e.g. gols marcados, posse de bola, áreas de finalização das jogadas). Tal instrumento de

- 2 -



avaliação, teoricamente posicionado numa abordagem ecológica, mostra-se eficaz para a identificação de padrões de interação num grupo e o entendimento dos artifícios sociais que ajudam a compreender o desempenho em uma equipe. Assim, as equipes passam a ser analisadas como grupos sociais e não como sujeitos isolados. Neste ensaio, também se apresentam as principais aplicações práticas desse instrumento de avaliação em diferentes esportes coletivos, tais como o futebol, o futsal, o handebol, o basquetebol e o voleibol.

Palavras-chave: pedagogia do esporte, análise de desempenho, análise de jogo, esportes coletivos, esportes de invasão.

ABSTRACT

Meli Neto, B., Fuini Puggina, E., Pombo Menezes, R., Cláudio Machado, J., Vanella, R., & Aquino, R. (2022). Social networks analysis in sports through an ecological approach—a theoretical framework. **PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud**, 20(1), 1-21. Performance analysis is a discipline that is closely related to the pedagogy of sports. The theoretical foundations that undergird methodological choices must be well established in order for a convergence to exist between evaluation instruments and the process of teaching and training. The objective of the present theoretical study was to present and discuss the importance and representativeness of social networks analysis in order to evaluate the performance in group sports. The main purpose of social networks analysis is to study the relationships among players, in order to identify possible causes and consequences of the events that took place during a match. Thus, the analysis of social networks works differently from traditional analyses, whose major focus is on the subject, or in notational analyses that are most commonly used and that look for the accumulation of frequency of the events that have occurred (e.g., goals scored, ball possession, finishing zones). Such an instrument of evaluation, theoretically positioned on an ecological approach, proves effective for the identification of interaction patterns in a group and for understanding the social artifices that help to understand performance in a team. Thus, teams come to be analyzed as social groups instead of isolated individuals. This study also presents the main practical applications of this evaluation instrument in different group sports such as soccer football, indoor soccer, handball, basketball and volleyball.

Keywords: pedagogy of sports, performance analysis, game analysis, team sports, invasion sports.

La pedagogía del deporte es un sub-campo de las Ciencias del Deporte con grandes contribuciones en la interfaz educativa presente en los deportes; tiene como objeto de estudio e intervención el proceso de enseñanza, vivencia, aprendizaje y entrenamiento en el deporte, en el intento de comprender cómo planear, sistematizar, aplicar y evaluar este proceso (Galatti et al., [2014](#)). Durante todas las etapas del proceso de enseñanza-aprendizaje de los deportes



colectivos, los/las profesores/as y entrenadores/entrenadoras pueden optar por la apropiación de métodos de enseñanza tradicionales (por ejemplo, abordaje comportamental; tecnicismo) o contemporáneos (por ejemplo, proceso pautado en el juego y centrado en el jugador/a) (Scaglia et al., [2014](#), [2021](#)).

La ruptura con el paradigma tecnocrático de enseñanza de los deportes colectivos, constituido históricamente en Brasil y en otros países, por ejemplo, surgió de la insatisfacción con las limitaciones de los métodos tradicionales y culminó con la propuesta de modelos contemporáneos de enseñanza (Menezes et al., [2014](#)). En estos, el conocimiento es entendido como resultante de las interacciones de la persona con el medio en que está inserta, pasando de las prácticas deportivas centradas en el entrenador y pautadas en la dimensión técnica, para prácticas deportivas centradas en el jugador y pautadas en el juego (Scaglia et al., [2014](#)). Entre estos, se destaca el abordaje ecológico de enseñanza. El abordaje ecológico es un marco teórico transdisciplinario que integra conceptos de la psicología ecológica (Gibson, [1979](#)), restricciones sobre sistemas dinámicos (Scott, [1995](#); Trevarthen et al., [1986](#)), ciencias de la complejidad (Edelman y Gally, [2001](#)) y ciencia evolutiva (Hatfield y Kerick, [2007](#)). En este abordaje teórico, conceptos como comportamiento habilidoso, aprendizaje, expertiz y talento son vistos como propiedades emergentes de una relación funcionalmente adaptable, envolviendo relaciones entre el jugador (ejecutor) y las restricciones del ambiente y de la tarea (Araújo y Davids, [2011](#)). Acciones habilidosas no son vistas como movimientos repetitivos del cuerpo fuera de contexto, sino como interacciones dinámicas, cuerpo-ambiente (Ingold, [2002](#)), por medio de las cuales los individuos interactúan para alcanzar los objetivos de la tarea (Woods et al., [2020](#)).

Considerando la evaluación como uno de los componentes de la pedagogía del deporte, se puede entender el proceso de análisis de desempeño, especialmente el análisis del juego, como un sub-campo íntimamente relacionado a la pedagogía del deporte, cuando su propósito final es contribuir con el proceso de enseñanza y entrenamiento y no como un análisis meramente descriptivo del juego. El análisis del juego tiene como finalidad producir conocimiento sobre el propio juego (oficial o entrenamiento), sus jugadores y sus interacciones, comprendiendo diferentes procesos de la evaluación (por ejemplo, observaciones de los acontecimientos), por medio de la recolección de datos y la interpretación de estos (Garganta, [2001](#)). Ese proceso tiene como consecuencia la búsqueda de información para subsidiar la toma de decisiones de aquellos que buscan la mejora del desempeño deportivo (O'Donoghue, [2009](#)), cuya objetividad, especificidad y representatividad de la información recolectada son características importantes que puede ser influenciadas por diferentes instrumentos y métodos de análisis (Carling et al., [2005](#); Groom et al., [2011](#)).

De hecho, se perciben diferentes métodos tradicionales y modelos contemporáneos para la enseñanza de los deportes colectivos que se relacionan de forma diferente con el desarrollo de las acciones del juego. También, se pueden entender diferentes “camino” a seguir en el campo del análisis del juego, de modo que las intenciones y las interpretaciones producidas por las categorías de análisis parten de un marco teórico de los profesionales y científicos del deporte envueltos en ese proceso.

Posicionado, teóricamente, en el abordaje ecológico, el análisis de redes sociales destaca los procesos de interacción establecidos por los jugadores del equipo dentro y entre



los equipos como el principal foco de análisis de desempeño, fortaleciendo nuevas percepciones sobre los procesos sinérgicos subyacentes a la organización y a la función de los equipos en ambientes de desempeño (Clemente, Martins, y Mendes, [2015](#); Ribeiro et al., [2017](#)). Este ensayo teórico tiene como objetivo presentar y discutir la importancia y representatividad del análisis de redes sociales para evaluar el desempeño en diferentes deportes colectivos.

ABORDAJE ECOLÓGICO

Los deportes colectivos son representados como sistemas complejos y dinámicos (Teodorescu y Curado, [1984](#)), en los cuales los equipos son entendidos como un microsistema social donde la suma de las acciones individuales no representa las relaciones de un grupo (Garganta, [1995](#)). Es decir, las acciones realizadas por un jugador afectarán directamente las acciones de sus compañeros de equipo y sus oponentes (Menezes, [2012](#)).

Durante el juego, ocurre la constante disputa por el orden, de manera que se intenta causar desorden en el equipo adversario, el cual, a su vez, busca reestablecer el orden y reaccionar generando el desorden en sus adversarios (Barreira, [2014](#)). Este proceso ocurrirá constantemente durante toda la disputa y, el equipo que consigue mantener el orden, o es capaz de generar mayor desorden, supuestamente tendrá mayores oportunidades de alcanzar sus objetivos.

Por lo tanto, el proceso de enseñanza-aprendizaje y el entrenamiento deben estar alineados a la naturaleza estratégica-táctica de los deportes colectivos, lo que reafirma la importancia de los modelos contemporáneos de enseñanza centrados en el jugador y pautados en el juego (Machado et al., [2019](#)), porque mantienen la complejidad inherente a su contexto (Menezes, [2012](#)). Por el contrario, ambientes de enseñanza y entrenamiento centrados en el/la entrenador/entrenadora y pautados en fragmentos de unidades (*i.e.* habilidades motoras básicas) y prácticas reduccionistas (*i.e.* fragmentación del juego) no representan la naturaleza compleja de los deportes colectivos (Menezes, [2012](#)).

El abordaje ecológico se basa, por tanto, en las relaciones espaciales y temporales de los individuos, influenciadas por fuerzas ambientales (Scaglia et al., [2014](#)). Este abordaje fue desarrollado por el psicólogo ruso Urie Bronfenbrenner (Ettetal y Mahoney, [2017](#)) y explica cómo las personas sufren y ejercen influencias de acuerdo con los ambientes en que están insertas; es decir, cómo las relaciones mutuas persona-ambiente contribuyen para sus acciones. El aprendizaje, por tanto, es basado en la constante reciprocidad del sujeto y el medio en que se encuentra inserto, así como en la tarea a ser realizada, configurando la triada sujeto-ambiente-tarea.

Gibson ([1979](#)) propuso, a partir de este abordaje, que los individuos pueden percibir las características del ambiente como posibilidades de acción (*i.e.* *affordances*) (Gibson, [1983](#)), desde ambientes pequeños, con mayor posibilidad de interacción directa, hasta ambientes más grandes, con mayor posibilidad de interacción indirecta. Además, Bronfenbrenner propuso que, el abordaje ecológico está basado en cuatro propiedades definitorias en el desarrollo humano: el individuo, el contexto, el proceso y el tiempo (Ettetal y Mahoney, [2017](#)).

En el ámbito deportivo, este abordaje está siendo utilizado para investigar principios que dirigen el desempeño deportivo y, consecuentemente, el proceso de interacción, coordinación



y toma de decisiones de los jugadores (Araújo y Davids, [2009](#); Travassos et al., [2013](#); Vilar et al., [2012](#)). Además, las relaciones entre los jugadores dependen de los cambios en las condiciones en que el contexto del juego se impone, lo que significa que las acciones de un equipo no se establecen por medio de la sumatoria de acciones individuales, si no por el resultado de las interacciones de los compañeros para superar a los adversarios (Travassos et al., [2011](#)).

Se diseña, entonces, un continuo proceso de adaptación mutua entre los jugadores para identificar las posibilidades de acción más favorables de acuerdo con el espacio y tiempo en que ocurren los eventos en la práctica deportiva (Duarte et al., [2012](#); Passos et al., [2009](#); Travassos et al., [2012](#)). Este proceso intencional e interactivo, que involucra la percepción de las posibilidades de acción que emergen durante el juego, lleva al jugador a administrar mejor el espacio de juego – “*wayfinding*”, identificando y explorando sus muchos recursos (Silva et al., [2013](#); Woods et al., [2020](#)).

Al asumir el proceso evaluativo como parte integral de la pedagogía del deporte (Galatti et al., [2014](#)), desde la perspectiva del abordaje ecológico son considerados tres factores: i) las interacciones de los jugadores, ii) el contexto, y iii) las decisiones tomadas a partir de las posibilidades de acción que emergen durante el período que será analizado. Dentro de la variedad de formas de considerar estos tres aspectos durante el proceso evaluativo (e.g. análisis de la coordinación de los equipos por medio de los datos posicionales) (Low et al., [2020](#)), el análisis de redes sociales surge como una de esas posibilidades, lo que será abordado a continuación.

ANÁLISIS DE REDES SOCIALES

El punto de partida para el análisis de redes sociales en el desempeño deportivo pasa por la teoría de los gráficos, que viene siendo utilizada para representar las interacciones en equipos deportivos, comprendidos como sistemas dinámicos y complejos (Clemente, Martins y Mendes, [2015](#); Ribeiro et al., [2017](#)). Viniendo de las matemáticas, un gráfico o sociograma está compuesto de aristas (*i.e.* acciones) y vértices (*i.e.* actores de las acciones) (Borgatti et al., [2009](#)). Al aplicar la teoría de los gráficos para la representación de los equipos deportivos, un gráfico es una representación de las interacciones que ocurren en el evento estudiado (e.g. una partida, una situación ofensiva, una actividad de entrenamiento). Una de las formas comúnmente utilizadas para comprender la interacción de los jugadores en la fase ofensiva se refiere a la realización de pases exitosos, representados en el gráfico como aristas. A pesar de que es más común, no necesariamente solo los pases exitosos pueden ser considerados. Posteriormente, serán ejemplificadas otras posibilidades (e.g. pases fallidos). Los jugadores



en el gráfico son representados por los vértices entre las aristas (Clemente, Martins y Mendes, [2016](#)).

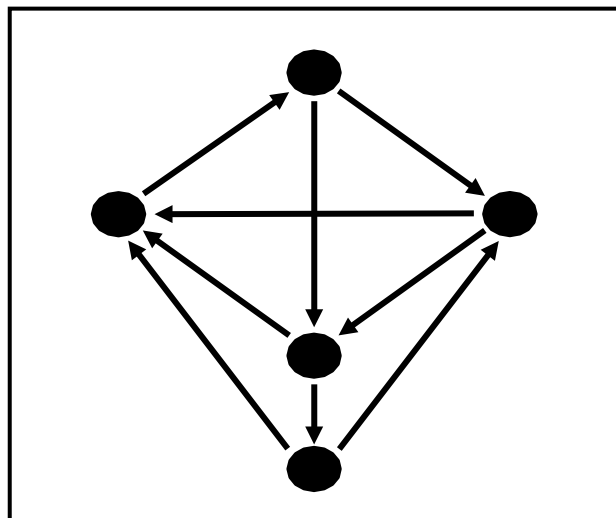


Figura 1. Representación gráfica de las interacciones ocurridas en un evento. Los vértices (bolas negras) representan los jugadores. Las flechas (aristas) corresponden a las interacciones de los jugadores. Fuente: elaboración propia.

Para la formación del gráfico y del estudio de las interacciones interpersonales, es necesaria la construcción de una matriz de adyacencia, para que sea posible estructurar las interacciones (*i.e.* pases), los miembros que hacen parte del gráfico (*i.e.* jugadores) y la dirección de las interacciones (*i.e.* de quién para quién) (Clemente, Martins y Mendes, [2015](#)). De esta forma, la [Figura 2](#) representa un gráfico ficticio de las interacciones ocurridas en un evento de fútbol sala y la [Tabla 1](#) corresponde a la matriz de adyacencia de las interacciones de ese evento. Después de que se ha formado el gráfico que se desea estudiar y su matriz de adyacencia, es posible la aplicación del análisis de redes sociales a los deportes colectivos.

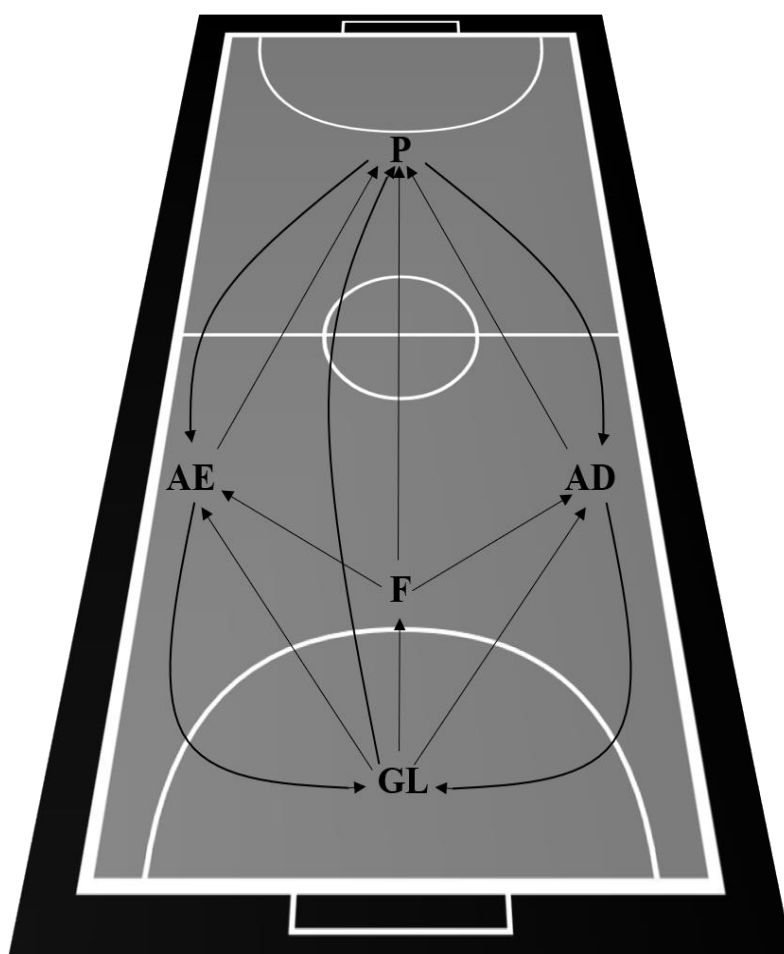


Figura 2. Representación gráfica de las interacciones en un evento ficticio de fútbol sala. GL = Portero, F = fijo o cierre, AE = ala izquierda, AD = ala derecha, P = pívot. Fuente: elaboración propia.

Tabla 1

Matriz de adyacencia referente a las interacciones ocurridas en un evento ficticio de fútbol sala

-	GL	F	AE	AD	P
GL	-	1	1	1	1
F	0	-	1	1	1
AE	1	0	-	0	1
AD	0	0	0	-	1
P	0	0	1	1	-

Nota. GL = Portero, F = fijo o cierre, AE = ala izquierda, AD = ala derecha, P = pívot. Fuente: elaboración propia.

Por medio del análisis de redes sociales se busca analizar las acciones cooperativas de interacción entre los miembros que constituyen un grupo, una vez que las interacciones y los aspectos de cohesión y jerarquía en los equipos se demuestran fuertemente presentes en los deportes colectivos (Clemente et al., [2014](#); Lusher et al., [2010](#)). Siendo así, el principal objetivo en el análisis de redes sociales es estudiar las relaciones entre los jugadores para identificar posibles patrones en un grupo, así como el entendimiento de los procesos coordinativos colectivos que ayudan a comprender el desempeño deportivo (Clemente, Martins y Mendes, [2015](#)). Así, los equipos pasan a ser analizados como grupos sociales y no como sujetos aislados. Con esto, se diferencia de los análisis tradicionales, en los cuales el principal foco está en el sujeto (Clemente, Martins y Mendes, [2015](#)), o en análisis notacionales que buscan apenas la acumulación de frecuencia de los eventos ocurridos (e.g. goles marcados, posesión del balón, áreas de remate) (Hughes y Bartlett, [2002](#)).

Además, el análisis de redes sociales pretende estudiar patrones de interacciones bidireccionales del macro (*i.e.* la estructura como un todo) al micro (*i.e.* métricas individuales) (Clemente, Martins y Mendes, [2016](#); Ribeiro et al., [2017](#)). Al nivel de microanálisis, las mediciones se centran en variables individuales que permiten identificar la contribución del jugador para las interacciones dentro del gráfico y se basan en la centralidad (*i.e.* número de conexiones) (Clemente, Martins y Mendes, [2016](#)). Siendo así, las métricas individuales comúnmente utilizadas son: número de interacciones recibidas por un individuo (*in-degree centrality*), número de interacciones realizadas por un individuo (*out-degree centrality*), sumatoria de las variables *in-degree* y *out-degree* (grado ponderado) y la representación de qué tan cerca está el jugador de los otros jugadores (la distancia entre jugadores). Un valor bajo de esta variable demuestra cierta proximidad con los compañeros de equipo (*closeness centrality*), el valor del número de veces que un jugador medió la conexión de otros dos



(*betweenness centrality*), la identificación de posibles jugadores clave que desempeñan un papel crucial en la organización de las fases ofensivas (*eigenvector centrality*) (Castellano y Echeazarra, [2019](#); Clemente, Martins y Mendes, [2016](#); Peña y Touchette, [2012](#)).

Así, a nivel de macroanálisis, se pretende el estudio de las variables colectivas con el objetivo de estudiar el proceso de organización de los equipos (Clemente et al., [2016](#)). De esta forma, las métricas más comunes son: descripción del nivel general de cooperación interpersonal mostrado por compañeros de equipo, por lo que valores más altos identifican una mejor homogeneidad de interacciones entre jugadores de un equipo (*i.e.* densidad) y la información sobre la formación de subgrupos de jugadores que coordinan con más frecuencia sus acciones por medio de pases. En este caso, valores más altos apuntan a capacidad de formar subgrupos funcionales dentro de los equipos (*i.e.* coeficiente de *clustering*) (Castellano y Echeazarra, [2019](#); Clemente, Martins y Mendes, [2016](#); Peña y Touchette, [2012](#)). En la [Tabla 2](#) se pueden visualizar las métricas, sus definiciones e implicaciones para el análisis.



Tabla 2

Descripción e implicaciones prácticas de las métricas de análisis de redes sociales para el análisis de desempeño

Métricas	Concepto	Implicaciones para el análisis
<i>In-degree centrality</i>	Número de interacciones recibidas.	Cantidad de pases que el atleta recibió.
<i>Out-degree centrality</i>	Número de interacciones realizadas.	Cantidad de pases que el atleta realizó.
Grado ponderado	Sumatoria de las métricas <i>in-degree</i> y <i>ou-degree</i>	Cantidad de interacciones en que el atleta se involucró.
<i>Closeness centrality</i>	Representa cuán próximo el vértice se encuentra de los otros.	Representación de cuán próximo el atleta está para interactuar con sus compañeros. Valores más bajos representan cierta proximidad con los compañeros de equipo.
<i>Betweensness centrality</i>	Representación numérica de las mediaciones realizadas por un vértice para otros dos.	El número de veces que el atleta medió las interacciones entre dos compañeros.
<i>Eigenvector centrality</i>	Representación de la relevancia del vértice para las interacciones del gráfico.	Se torna posible identificar posibles jugadores clave en la organización defensiva del equipo.
Densidad	Descripción en nivel general de interacción de un gráfico.	Representación del nivel de distribución de las interacciones del equipo. Cuanto mayor el valor, mayor la homogeneidad de las interacciones que ocurren en el equipo.
Coeficiente de <i>clustering</i>	Formación de posibles subgrupos dentro del gráfico.	Representación de la formación de subgrupos dentro del equipo. Valores más altos sugieren que el equipo posee alta capacidad de formar subgrupos que coordinen las acciones ofensivas dentro del equipo.

Nota. Adaptado de Ribeiro et al. (2017).

IMPLICACIONES PRÁCTICAS DEL ANÁLISIS DE REDES SOCIALES EN LOS DEPORTES COLECTIVOS

Después de la comprensión de las métricas provenientes del análisis de redes sociales, se torna posible aplicarlas en el contexto de análisis de desempeño y proporcionar información relevante para los entrenadores. Las métricas individuales son basadas en la variable *centrality*, que proporciona información sobre la relevancia del jugador para las interacciones ocurridas en el equipo (Ribeiro et al., 2017). De esta forma, las métricas *in-degree centrality* y *out-degree centrality* son basadas, simplemente, en el número de interacciones realizadas y recibidas, proporcionando un dato simple para la comisión técnica sobre la frecuencia de pases que los jugadores realizaron o recibieron (Clemente, Martins y Mendes, 2016). Cuanto



menor fue el valor de *closeness centrality* de un jugador, menor la distancia entre él y sus compañeros de equipo, lo que aumenta la probabilidad de interacción con el equipo o participar activamente en las situaciones ofensivas (Clemente, Martins y Mendes, [2016](#); Ribeiro et al., [2017](#)). Un jugador con altos valores de *betweenness centrality* sería altamente responsable por la conexión entre sus compañeros de equipo; es decir, un jugador con alto grado de responsabilidad en la conexión entre diferentes sectores del equipo (Borgatti, [2005](#); Borgatti et al., [2009](#); Clemente, Martins y Mendes, [2016](#)), como por ejemplo la conexión entre la defensa y el ataque en fútbol, o entre diferentes alas en fútbol sala. El jugador que obtiene mayor valor de la métrica de *eigenvector centrality*, será aquel que más presentó relevancia en las interacciones ocurridas en el equipo. De esta forma, bajos valores de esta métrica, representan poca contribución en las interacciones de forma general del equipo (Borgatti, [2005](#); Borgatti et al., [2009](#); Clemente, Martins y Mendes, [2016](#)).

Las métricas colectivas contribuyen para la comprensión de la dinámica colectiva del juego (Ribeiro et al., [2017](#)). Por ejemplo, los valores de densidad y coeficiente de *clustering* varían de 0 (falta de cooperación) a 1 (cooperación máxima) (Ribeiro et al., [2017](#)). Un equipo con valores próximos a 1 significa mayor homogeneidad de interacción entre los jugadores y buena capacidad funcional de formar subgrupos. Por otro lado, un equipo con valores próximos a 0, significa mayor heterogeneidad de interacción entre los jugadores y poca capacidad funcional de formar subgrupos.

Además, es necesario que los criterios para el análisis sean predefinidos de acuerdo con el objetivo de los entrenadores y/o investigadores. Por ejemplo, la matriz de adyacencia puede ser elaborada a partir de las interacciones contabilizadas por todos los pases (exitosos y no exitosos), únicamente por pases exitosos o solamente por pases no exitosos. Además, la situación en que los pases ocurren también influirá en la respuesta que el análisis proporcionará (*i.e.* todas las situaciones, situaciones que generan oportunidades de remate, situaciones que generan progresión en el terreno de juego del adversario).

De esta forma, si el análisis posee como finalidad estudiar cómo el equipo administra la posesión del balón de forma general, todos los pases pueden tomarse en cuenta. En caso de que el análisis tenga como objetivo comprender cómo ocurre la progresión de la bola hacia el terreno de juego del adversario, únicamente los pases hacia el frente o que rompan líneas defensivas pueden ser considerados. Sin embargo, si la finalidad del análisis es observar cómo el equipo maneja los pases que generan situaciones de remate, únicamente, los pases que crearon oportunidades de remate deben ser registrados. Para finalizar, el objetivo también puede ser estudiar las dificultades y errores en las tentativas de progresión hacia el terreno de juego del adversario, categorizando así, solamente los pases errados (McClean y Salmon, [2019](#)).

Con esto, es importante destacar que esas métricas deben ser analizadas dentro de un contexto y no de forma aislada. Siendo así, es posible identificar información sobre las dinámicas que rigen las interacciones del equipo y transponerlas al ambiente de entrenamiento. Por ejemplo, la comisión técnica de un equipo identificó que posee baja formación de subgrupos (*i.e.* bajos valores del coeficiente de *clustering*) y bajo valor de densidad de los gráficos durante los juegos de su equipo. Además, identificó que sus jugadores eran dependientes de, solamente, un jugador clave para que las interacciones



ocurrieran en el equipo; es decir, un único jugador con alto valor de *eigenvector centrality*. Posiblemente, tal situación representaría un problema para el juego colectivo de este equipo, por la fuerte dependencia de un solo jugador. De esta forma, una posible solución sería proponer, durante las sesiones de entrenamiento, situaciones en que el equipo sea estimulado a la formación de subgrupos, como por ejemplo la conexión entre diferentes sectores específicos del equipo (e.g. sector defensivo izquierdo y sector ofensivo derecho). Para esto, la comisión técnica puede identificar jugadores que fueran los responsables de contactar otros dos compañeros de equipo, es decir, que muestren mayores valores de *betweenness centrality*, e involucrarlos en situaciones que estimulen las interacciones de los diferentes sectores deseados. Además, en este mismo ejemplo, reglas que favorezcan un juego colectivo pueden ser aplicadas para estimular mayor cooperación y mayor homogeneidad de interacción (densidad del equipo y valores altos de *eigenvector centrality* en más jugadores), como, por ejemplo, un límite en el toque del balón.

Se pueden destacar otras cuatro implicaciones prácticas relevantes del análisis de redes sociales: i) la relevancia de las interacciones entre los jugadores que constituyen el equipo, ii) el significado de los datos sustentados por las interacciones sociales, iii) descripción de los patrones de las interacciones por medio de las imágenes gráficas y iv) la descripción entre los agentes que constituyen el sistema y componen las interacciones por medio del modelaje computacional y matemático (Ribeiro et al., [2017](#)). Además, la aplicación del análisis de redes sociales también puede ser utilizado para mejorar la comprensión de las relaciones entre los espacios del campo/cancha. Por ejemplo, si se utilizan como “nodo” los cuadrantes del campo/cancha, es posible tener la información de la mayor concentración de circulación de posesión del balón en sectores específicos del campo/cancha.

En la literatura se observan estudios que investigaron métricas de análisis de redes sociales en los deportes colectivos (e.g. fútbol sala, fútbol, básquetbol, balonmano, voleibol). En el fútbol sala, las situaciones que resultaron en gol mostraron mayor objetividad y menores valores interactivos con respecto a las situaciones que no resultaron en gol (i.e. menores valores de densidad y *betweenness centrality*) (Vieira et al., [2015](#)). Los otros autores sugieren que, posiblemente, los equipos que supieron explorar mejor las condiciones impuestas por el adversario y con menor número de interacciones, tendieron a obtener mayor éxito en las situaciones ofensivas. En el fútbol, la manipulación de la cantidad de jugadores presentes en la actividad (i.e. 4 vs. 3, 3 vs. 3 + 2 e 3 vs. 3) modifican los patrones de interacción, con mayores valores de densidad y coeficiente de *clustering* durante la formación 4 vs. 3 (Moreira et al., [2017](#)). Además, un estudio reciente verificó que las métricas individuales y colectivas del análisis de redes sociales pueden ser aplicadas en el contexto de entrenamiento como indicadores de ajuste de las tareas en el nivel de desempeño táctico de los jugadores, de forma que se ajuste el proceso de enseñanza y entrenamiento a las dinámicas intrínsecas de los jugadores (Machado et al., [2020](#)).

Además, durante los juegos de fútbol de la Copa del Mundo FIFA de 2018, no se encontraron diferencias en variables de macroanálisis (i.e. densidad y coeficiente de *clustering*) en función de los resultados momentáneos (i.e. ganando vs. empatando vs. perdiendo) (Moreira et al., [2019](#)). Sin embargo, se apuntaron diferencias en variables de microanálisis (i.e. métricas individuales) que mostraron modificaciones importantes en las



acciones individuales de acuerdo con el resultado momentáneo y sugieren un estilo de juego más directo en situaciones de victoria y un estilo de juego más indirecto (posesión del balón) en situaciones de derrota (Moreira et al., [2019](#)). También, durante la Copa del Mundo de 2018, mayores valores de coeficiente de *clustering* fueron verificados cuando los equipos ganaron en comparación con las derrotas (Moreira et al., [2019](#)). Por ejemplo, Francia (campeón mundial) mostró una media de 0.746 unidades arbitrarias de coeficientes de *clustering*, mientras que Panamá (uno de los equipos con menor clasificación) mostró una media de 0.644 unidades arbitrarias. Estos resultados sugieren que los jugadores franceses mostraron mayor cooperación. En otro estudio, también se informó que los equipos que llegaron a las fases finales de la Copa del Mundo de 2014 mostraron altos valores de coeficientes de *clustering*, lo que puede llevar a un alto nivel de eficacia ofensiva (Clemente, Martin y Kalamaras, et al., [2015](#)). Además, un estudio a gran escala (283.529 pases registrados en 760 partidas de fútbol), en la Premier League inglesa, demostró que los goles marcados estaban asociados a las métricas de densidad y centralización (Grund, [2012](#)), lo que significa que altos niveles de densidad llevaron a un aumento del desempeño del equipo, mientras que menores valores de densidad fueron asociados a una disminución en el desempeño.

Por otro lado, estudios centrados en fases ofensivas y goles marcados, sugieren que la densidad reducida puede ayudar a alcanzar un mejor desempeño del equipo (McClean et al., [2018](#); Pina et al., [2017](#)). Por lo tanto, se sugiere cautela en las relaciones de las métricas de análisis de redes sociales y el resultado final de las partidas. Colectivamente, estos resultados sugieren que las métricas individuales y globales muestran más potencial para proporcionar información práctica sobre cómo los equipos organizan sus procesos ofensivos en comparación con información relacionada a discriminar entre equipos exitosos y no exitosos, por ejemplo, adoptando un estilo de juego más directo, por medio de un contraataque, o un estilo más indirecto, por medio de un ataque posicional. Los equipos exitosos pueden optar por estilos de juego distintos de acuerdo con los jugadores, su disposición, la filosofía del entrenador/club, la cultura local, entre otros factores. Por lo tanto, la variedad de modelos de juego exitosos pueden resultar en una alta variabilidad de las métricas individuales y globales obtenidas por el análisis de redes sociales (Aquino et al., [2019](#)).

En el básquetbol (Fewell et al., [2012](#)), la utilización de las métricas individuales de centralidad y la métrica global de coeficiente de *clustering* se muestran capaces para distinguir las estrategias de los equipos de la NBA (*National Basketball Association*), edición de 2010, en cuanto a sus interacciones interpersonales. Además, los autores citados sugieren que equipos que contengan liderazgo mixto, en cuanto al papel interactivo en la cancha, se muestran más eficientes ofensivamente respecto a equipos que dependen fuertemente de un liderazgo centralizado o de equipos con liderazgo altamente descentralizado, lo que puede estar relacionado con valores más altos de *eigenvector*.

Un estudio realizado por Korte y Lames ([2018](#)), con el objetivo de caracterizar diferentes deportes colectivos (*i.e.* fútbol, balonmano y básquetbol), por medio del análisis de redes sociales, mostró que el balonmano posee un mayor desequilibrio en la distribución de sus interacciones en comparación con el fútbol y el básquetbol. Además, los autores sugieren que las posiciones de juego en cada deporte poseen fuerte influencia en los valores de las métricas de redes sociales. En el fútbol, el medio-campista defensivo (popularmente denominado



“volante”) presentó los mayores valores para las métricas individuales de redes sociales. En el básquetbol, el base (*point guard*) fue quien mostró mayor influencia en las interacciones de los equipos. En el balonmano, el central (*center*) fue la posición que presentó mayor importancia en la distribución de las interacciones del equipo. Las métricas utilizadas en este estudio fueron *in-degree*, *out-degree*, *betweenness centrality*, y *closeness centrality* (Korte y Lames, [2018](#)).

Un estudio reciente buscó caracterizar el balonmano por medio de herramientas de análisis de redes sociales, utilizando 22 partidas del Campeonato Europeo de Balonmano Masculino de 2018 (Korte y Lames, [2019](#)). Los autores verificaron diferencias significativas de acuerdo con las posiciones de juego durante las fases ofensivas. Las posiciones *left back*, *right back* y *center* fueron las mayores responsables por las interacciones ofensivas, independiente del sistema de juego utilizado por los equipos, lo que ciertamente se relaciona con la función de esos jugadores (armadores). Además, los autores verificaron mayor interacción cuando el equipo adoptaba el sistema de juego 7 vs. 6 (*i.e.* sin portero) y las posiciones *right wing* y *left wing* fueron más accionadas cuando el equipo adversario estaba con un jugador menos (*i.e.* 6 vs. 5), lo que demuestra mayores posibilidades de explorar los huecos laterales debido a la ventaja numeral del equipo con posesión de balón. En el volibol, investigadores verificaron que la métrica de *eigenvector* posee una mayor utilidad en los análisis de partidos oficiales, ya que representa más que una simple conexión entre los jugadores (Santos, [2016](#)).

Es importante destacar que otros abordajes de análisis de redes sociales han sido propuestas en el ámbito deportivo, como la *hypernetworks* (Ribeiro et al., [2019](#); [2020](#)). En este caso, se extiende el concepto descrito en la formación de los gráficos por díadas (*i.e.* conexiones entre dos vértices, es decir, interacciones entre dos jugadores), para la formación de hipergráficas, lo que es comprendido como la generalización de un gráfico. Con esto, las interacciones pueden considerar cualquier cantidad de vértices (*i.e.* formación de triadas, tétradas, etc.) (Ribeiro et al., [2019](#); [2020](#)).

CONSIDERACIONES FINALES

Es imprescindible la comprensión de que las posibilidades de acción (*i.e.* *affordances*) poseen un papel fundamental en la comprensión de la relación entre el abordaje ecológico y la utilización del análisis de redes sociales. El proceso de interacción/coordinación de un equipo es orientado por medio de la percepción de las posibilidades de acción y de cómo ocurren las relaciones mutuas jugador-jugador, jugador-equipo, jugador-ambiente y equipo-ambiente (Silva et al., [2013](#)). Para esto, esas interacciones pueden expresarse por medio de las métricas individuales y colectivas obtenidas por el análisis de redes sociales, que son sustentadas por sinergias interpersonales de los jugadores (Silva et al., [2013](#)).

Sin embargo, es importante destacar algunas limitaciones del análisis de redes sociales, tal como el tiempo de análisis. Sin embargo, algunos *softwares* como el uPATO contribuyen a reducir ese tiempo de análisis (Clemente, Martins, Mendes y Silva, [2016](#)). Otra limitación importante por destacar es que el juego no se resume solamente a pases. Por lo tanto, además del análisis de redes sociales, se tiene la posibilidad de considerar eventos importantes en el partido (*e.g.* goles, ataques, remates, entradas, intercepciones); este



enfoque de análisis, generalmente, no incluye estos eventos en las interacciones. Para esto, se sugiere la utilización de métodos que describan las acciones ocurridas y sus frecuencias durante las partidas analizadas (Travassos et al., [2013](#)). Por lo tanto, el análisis de redes sociales puede complementar, no sustituir, otros métodos de análisis de desempeño e.g. análisis notacional, análisis secuencial, coordinación interpersonal por medio de datos posicionales).

TRADUCCIÓN AL ESPAÑOL: Ph.D. Elizabeth Carpio Rivera, Escuela de Educación Física y Deportes, Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

Contribuciones: Bruno Meli Neto (B-C-D-E), Enrico Fuini Puggina (B-D-E), Rafael Pombo Menezes (B-C-D-E), João Cláudio Machado (B-D-E), Ricardo Vanella (B-C-D-E), Rodrigo Aquino (B-C-D-E)

A- Financiamiento, **B-** Diseño del estudio, **C-** Recolección de datos, **D-** Análisis estadístico e interpretación de resultados, **E-** Preparación del manuscrito.



REFERÊNCIAS

- Aquino, R., Machado, J. C., Clemente, F. M., Moreira, G., Gonçalves, L. G., Melli-Neto, B., Ferrari, J. V., Palucci, L. H., Carling, C. (2019). Comparisons of ball possession, match running performance, player prominence and team network properties according to match outcome and playing formation during the 2018 FIFA World Cup. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 19(6), 1026-1037. <https://doi.org/10.1080/24748668.2019.1689753>
- Araújo, D., y Davids, K. (2009). Ecological approaches to cognition and action in sport and exercise: Ask not only what you do, but where you do it. *International Journal of Sport Psychology* 40(1), 5-239. https://www.researchgate.net/profile/Duarte_Araujo/publication/38183786_Ecological_approaches_to_cognition_and_action_in_sport_and_exercise_Ask_not_only_what_you_do_but_where_you_do_it/links/0912f50aff778383cd000000/Ecological-approaches-to-cognition-and-action-in-sport-and-exercise-Ask-not-only-what-you-do-but-where-you-do-it.pdf#page=10
- Araújo, D., y Davids, K. (2011). What Exactly is Acquired During Skill Acquisition? *Journal of Consciousness Studies* 18(3-4) 7-23. <https://www.ingentaconnect.com/content/imp/jcs/2011/00000018/f0020003/art00001>
- Barreira, D. (2014). *Tendências evolutivas da dinâmica tática em Futebol de alto rendimento. Estudo da fase ofensiva nos Campeonatos da Europa e do Mundo, entre 1982 e 2010* (Tese de doutorado). <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/71273>
- Borgatti, S. P. (2005). Centrality and network flow. *Social Networks*, 27(1), 55-71. <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2004.11.008>
- Borgatti, S. P., Mehra, A., Brass, D. J., y Labianca, G. (2009). Network Analysis in the Social Sciences. *American Association for the Advancement of Science*, 323(5916), 892-895. <https://doi.org/10.1126/science.1165821>
- Carling, C., Williams, A. M., y Reilly, T. (2005). *Handbook of soccer match analysis. A systematic approach to improving performance*. Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9780203448625/handbook-soccer-match-analysis-christopher-carling-mark-williams-thomas-reilly>
- Castellano, J., y Echeazarra, I. (2019). Network-based centrality measures and physical demands in football regarding player position: Is there a connection? A preliminary study. *Journal of Sports Sciences*, 37(23), 2631-2638. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1589919>
- Clemente, F. M., Santos, M., Lourenço, F. M., y Sousa, R. (2014). Using network metrics to investigate football team players' connections: A pilot study. *Motriz: Revista de Educação Física*, 20(3), 262-271. <https://doi.org/10.1590/S1980-65742014000300004>
- Clemente, F. M., Martins, F. M., y Mendes, R. (2015). Social network analysis: Um ensaio sobre a aplicabilidade na análise de cooperação em contextos esportivos. *Conexões*, 13(3), 175-194. <https://doi.org/10.20396/conex.v13i3.8640877>



- Clemente, F. M., Martins, F. M., y Mendes, R. (2016). *Social Network Analysis Applied to Team Sports Analysis*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-25855-3>
- Clemente, F. M., Martins, F. M., Kalamaras, D., Del Wong, P., y Mendes, R. (2015). General network analysis of national soccer teams in FIFA World Cup 2014. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15(1), 80-96. <https://doi.org/10.1080/24748668.2015.11868778>
- Clemente, F. M., Martins, F. M., Mendes, R., y Silva, F. (2016). Social network measures to match analysis in soccer: A survey. *Journal of Physical Education and Sport*, 16(03), 823-830. <https://doi.org/10.7752/jpes.2016.03130>
- Duarte, R., Araújo, D., Correia, V., y Davids, K. (2012). Sports teams as superorganisms. Implications of sociobiological models of behaviour for research and practice in team sports performance analysis. *Sport Medicine*, 42(8), 633-642. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF03262285>
- Edelman, G. M., y Gally, J. A. (2001). Degeneracy and complexity in biological systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(24), 13763-13768. <https://doi.org/10.1073/pnas.231499798>
- Ettekal, A., y Mahoney, J. L. (2017). Ecological Systems Theory. In K. Peppler (Ed.), *The SAGE Encyclopedia of Out-of-School Learning* (pp. 239-241). SAGE Publications. <https://doi.org/10.4135/9781483385198>
- Fewell, J. H., Armbruster, D., Ingraham, J., Petersen, A., y Waters, J. S. (2012). Basketball Teams as Strategic Networks. *PLoS ONE*, 7(11), e47445. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0047445>
- Galatti, L. R., Silva, R., Scaglia, A. J., Rodrigues, R., y Montero, A. (2014). Pedagogia do Esporte: Tensão na ciência e o ensino dos Jogos Esportivos Coletivos. *Revista da Educação Física/UEM*, 25(1), 153-162. <https://doi.org/10.4025/reveducfis.v25i1.21088>
- Garganta, J. (1995). *Para uma teoria dos jogos coletivos desportivos. O ensino de jogos desportivos*. Universidade do Porto.
- Garganta, J. (2001). A análise da performance nos jogos desportivos. Revisão acerca da análise do jogo. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 1(1), 57-64. https://rpcd.fade.up.pt/arquivo/artigos_soltos/vol.1_nr.1/08.pdf
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Psychology Press.
- Gibson, J. J. (1983). *The Senses Considered as Perceptual Systems*. UNWIN LTD. https://monoskop.org/images/d/df/Gibson_James_J_The_Sense_Considered_as_Perceptual_Systems_1966.pdf
- Groom, R., Cushion, C., y Nelson, L. (2011). The Delivery of Video-Based Performance Analysis by England Youth Soccer Coaches: Towards a Grounded Theory. *Journal of Applied Sport Psychology*, 23(1), 16-32. <https://doi.org/10.1080/10413200.2010.511422>
- Grund, T. U. (2012). Network structure and team performance: The case of English Premier League soccer teams. *Social Networks*, 34(4), 682-690. <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2012.08.004>
- Hatfield, B., y Kerick, S. (2007). The Psychology of Superior Sport Performance; A cognitive and affective neuroscience perspective. In G. Tenenbaum y R. Eklund(Ed), *Handbook of Sport Psychology* (3rd ed.). John Wiley & Sons.



<https://www.researchgate.net/publication/294693225>

- Hughes, M. D., y Bartlett, R. M. (2002). The use of performance indicators in performance analysis. *Journal of Sports Sciences*, 20(10), 739-754. <https://doi.org/10.1080/026404102320675602>
- Ingold, T. (2002). *The Perception of the Environment: Essays on Livelihood, Dwelling and Skill*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203466025>
- Korte, F., y Lames, M. (2018). Characterizing different team sports using network analysis. *Current Issues in Sport Science (CISS)*, 3, 1-11. https://doi.org/10.15203/CISS_2018.005
- Korte, F., y Lames, M. (2019). Passing Network Analysis of Positional Attack Formations in Handball. *Journal of Human Kinetics*, 70(1), 209-221. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0044>
- Low, B., Coutinho, D., Gonçalves, B., Rein, R., Memmert, D., y Sampaio, J. (2020). A Systematic Review of Collective Tactical Behaviours in Football Using Positional Data. *Sports Medicine*, 50, 343-385. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01194-7>
- Lusher, D., Robins, G., y Kremer, P. (2010). The Application of Social Network Analysis to Team Sports. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 14(4), 211-224. <https://doi.org/10.1080/1091367X.2010.495559>
- Machado, J., Aquino, R., Góes, A., Bosco, J., Barreira, D., Travassos, B., Ibanez, S., y Scaglia, A. (2020). Macro and micro network metrics as indicators of training tasks adjustment to players' skills level. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 16(3), 1-9. <https://doi.org/10.1177/1747954120979561>
- Machado, J., Barreira, D., Galatti, L., Chow, J., Garganta, J., y Scaglia, A. (2019). Enhancing learning in the context of Street football: A case for Nonlinear Pedagogy. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 24(2), 176-189. <https://doi.org/10.1080/17408989.2018.1552674>
- McClean, S., y Salmon, P. M. (2019). The weakest link: A novel use of network analysis for the broken passing links in football. *Science and Medicine in Football*, 3(3), 255-258. <https://doi.org/10.1080/24733938.2018.1562277>
- McClean, S., Salmon, P., Gorman, A., Stevens, N., y Solomon, C. (2018). A social network analysis of the goal scoring passing networks of the 2016 European Football Championships. *Human Movement Science*, 57, 400-408. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2017.10.001>
- Menezes, R. (2012). Contribuições da concepção dos fenômenos complexos para o ensino dos esportes coletivos. *Motriz: Revista de Educação Física*, 18(1), 34-41. <https://doi.org/10.1590/S1980-65742012000100004>
- Menezes, R., Rodrigues, R., y Nunomura, M. (2014). Especialização esportiva precoce e o ensino dos jogos coletivos de invasão. *Movimento: Revista de Educação Física Da UFRGS*, 20(1), 351-373. <https://doi.org/10.22456/1982-8918.40200>
- Moreira, G., Barbosa, B., Teles, S., Brito, R., Clemente, F., y Pereira, A. (2019). Influence of Match Status on Players' Prominence and Teams' Network Properties During 2018 FIFA World Cup. *Frontiers in Psychology*, 10, 1-8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00695>



- Moreira, G., Clemente, F., Perez, J., Greco, P., y Pereira, A. (2017). Network analysis in small-sided and conditioned soccer games: the influence of additional players and playing position. *Kinesiology*, 49(2), 185-193. <https://doi.org/10.26582/k.49.2.8>
- O'Donoghue, P. (2009). *Research Methods for Sports Performance Analysis*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203878309>
- Passos, P., Araújo, D., Davids, K., Gouveia, L., Serpa, S., Milho, J., y Fonseca, S. (2009). Interpersonal Pattern Dynamics and Adaptive Behavior in Multiagent Neurobiological Systems: Conceptual Model and Data. *Journal of Motor Behavior*, 41(5), 445-459. <https://doi.org/10.3200/35-08-061>
- Peña, J., y Touchette, H. (2012). *A network theory analysis of football strategies*. <https://arxiv.org/abs/1206.6904>
- Pina, T., Paulo, A., y Araújo, D. (2017). Network Characteristics of Successful Performance in Association Football. A Study on the UEFA Champions League. *Frontiers in Psychology*, 8, 1-7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01173>
- Ribeiro, J., Garganta, J., Davids, K., y Barreira, D. (2020). A multilevel hypernetworks approach to assess coordination and communication in player interactions in sports teams as co-evolutionary networks. *Brazilian Journal of Motor Behavior*, 14(5), 167-170. <https://doi.org/10.20338/bjmb.v14i5.216>
- Ribeiro, J., Lopes, R., Silva, P., Araújo, D., Barreira, D., Davids, K., Ramos, J., Maia, J., y Garganta, J. (2019). A multilevel hypernetworks approach to capture meso-level synchronisation processes in football. *Journal of Sports Sciences*, 38(5), 494-502. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1707399>
- Ribeiro, J., Silva, P., Duarte, R., Davids, K., y Garganta, J. (2017). Team Sports Performance Analysed Through the Lens of Social Network Theory: Implications for Research and Practice. *Sports Medicine*, 47(9), 1689-1696. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0695-1>
- Santos, M. (2016). *Mapeamento sistémico do jogo de voleibol feminino no alto nível através da análise de redes sociais* (Dissertação de Mestrado). Universidade do Porto. <https://hdl.handle.net/10216/87885>
- Scaglia, A., Reverdito, R., y Galatti, L. (2014). A contribuição da Pedagogia do Esporte na escola: Tensões e reflexões metodológicas. Em A. Marinho, J. V. Dos Nascimento y A. A. B. Oliveira (Org.), *Legados do esporte brasileiro* (pp. 45-86). UDESC. https://www.researchgate.net/publication/303541232_A_contribuicao_da_Pedagogia_d_o_Esporte_na_escola_tensoes_e_reflexoes_metodologicas
- Scott, J. (1995). *Dynamic Patterns: The self-organization of brains and behaviour*. The MIT Press. https://www.researchgate.net/publication/224982322_Dynamic_Patterns_The_Self-Organization_of_Brain_and_Behavior
- Silva, P., Garganta, J., Araújo, D., Davids, K., y Aguiar, P. (2013). Shared Knowledge or Shared Affordances? Insights from an Ecological Dynamics Approach to Team Coordination in Sports. *Sports Medicine*, 43(9), 765-772. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0070-9>



- Teodorescu, L. (1984). *Problemas de teoria e metodologia nos jogos desportivos*. Livros Horizonte.
- Travassos, B., Araújo, D., Vilar, L., y McGarry, T. (2011). Interpersonal coordination and ball dynamics in futsal (indoor football). *Human Movement Science*, 30(6), 1245-1259. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2011.04.003>
- Travassos, B., Davids, K., Araújo, D., y Esteves, T. (2013). Performance analysis in team sports: Advances from an Ecological Dynamics approach. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13(1), 83-95. <https://doi.org/10.1080/24748668.2013.11868633>
- Travassos, B., Duarte, R., Vilar, L., Davids, K., y Araújo, D. (2012). Practice task design in team sports: Representativeness enhanced by increasing opportunities for action. *Journal of Sports Sciences*, 30(13), 1447-1454. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.712716>
- Trevarthen, C. (1986). Development of Intersubjective Motor Control in Infants. In M. G. Wade y H. T. A. Whiting (Ed.), *Motor Development in Children: Aspects of Coordination and Control* (pp. 209-261). Martinus Nijhof. https://www.researchgate.net/publication/284613845_Development_of_Intersubjective_Motor_Control_in_Infants
- Vieira, A., Travassos, B., Cabo, M., Guerra, A., y Esteves, P. (2015). Análise dos padrões de jogo ofensivo de seleções nacionais de futsal. *Egitania Scientia*. https://www.researchgate.net/profile/Pedro_Esteves2/publication/294841296_ANALISE_DOS_PADROES_DE_JOGO_OFENSIVO_DE_SELECOES_NACIONAIS_DE_FUTSAL/links/56c443dc08aea564e304a289.pdf
- Vilar, L., Araújo, D., Davids, K., y Button, C. (2012). The Role of Ecological Dynamics in Analysing Performance in Team Sports. *Sports Medicine*, 42(1), 1-10. <https://doi.org/10.2165/11596520-000000000-00000>
- Woods, C., Rudd, J., Robertson, S., y Davids, K. (2020). Wayfinding: How Ecological Perspectives of Navigating Dynamic Environments Can Enrich Our Understanding of the Learner and the Learning Process in Sport. *Sports Medicine - Open*, 6(51). <https://doi.org/10.1186/s40798-020-00280-9>

