

## APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE REDES SOCIALES AL JUEGO INFANTIL

## APPLYING SOCIAL NETWORK ANALYSIS TO CHILDREN'S GAME

### **Autor:**

García-Marín, P<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidade de Santiago de Compostela pablo.garcia@usc.es

### **Resumen:**

La finalidad de este trabajo es dar a conocer las posibilidades de la metodología del Análisis de Redes Sociales aplicada a los juegos infantiles. Con este propósito se calculan y explican las métricas procedentes de la teoría de grafos, relacionadas con la estructura de la red (total de enlaces, densidad, distancia media y diámetro) y con los jugadores de “la pelota caliente” (centralidad de grado, de prestigio, de cercanía y de intermediación). En el estudio participaron ocho preescolares (5 años) de una clase de segundo ciclo de educación infantil. Los resultados revelaron diferencias entre sexos en las interacciones sociales emergidas durante el juego. Se concluye que el ARS constituye una metodología eficaz para analizar los juegos infantiles.

### **Palabras Clave:**

Análisis de redes sociales; Juego infantil; Preescolares.

### **Abstract:**

The aim of this study is to make known the possibilities of the Social Network Analysis applied to children's games. For this purpose, metrics from graph theory, related to the structure of the network (total links, density, average distance and diameter), and with players of “the hot ball” (degree centrality, degree prestige, closeness centrality and betweenness centrality) are calculated and explained. Participants were eight pre-schoolers (5-years) in a second cycle of nursery school. Results revealed gender differences in social interactions emerged during the game. It is concluded that the SNA is an effective methodology for analysing children's games.

### **Key Words:**

Social network analysis, Children's game, Pre-schoolers.

## 1. INTRODUCCIÓN

El juego es un importante mediador en la adquisición de competencias sociales, cognitivas y lingüísticas en la etapa infantil (Bergen, 2002). Según Gallagher (1993) representa el primer contexto en el que los preescolares adquieren y ponen de manifiesto sus competencias sociales. Asimismo, constituye el eje metodológico principal en el proceso de enseñanza-aprendizaje en Educación Infantil puesto que fomenta la acción, la exploración, la investigación y la expresión (Rodríguez y Trasancos, 2016).

Las continuas interacciones interpersonales que emergen durante el juego, especialmente aquellas relacionadas con conductas prosociales o enfrentamientos agresivos, son experiencias que impactan significativamente en el desarrollo social de los niños (Tunçgenç & Cohen, 2018). La exposición de opiniones, ideas y sentimientos mientras se juega permite a los niños considerar el punto de vista de los demás. Esta capacidad sirve como base para desarrollar habilidades de aprendizaje cooperativo y resolución de conflictos (Guralnick, 1993).

Durante la infancia, el establecimiento de relaciones afectivas positivas con los demás se considera un aspecto crítico en el bienestar de los niños (Hay et al., 2004). Así, el desarrollo de interacciones personales positivas con otros compañeros se ha asociado con una óptima adaptación a la escuela infantil, así como con un buen rendimiento académico en la etapa de primaria y secundaria (Gallardo et al., 2016; Johnson et al., 2000; Oberle & Schonert-Reichl, 2013).

A nivel metodológico, el objeto de estudio del Análisis de Redes Sociales (ARS) es, precisamente, la estructura de las relaciones que ocurren dentro de las redes sociales. Según Sanz (2003, p. 22), “en el análisis de redes se describen y estudian las estructuras relacionales que surgen cuando diferentes organizaciones o individuos interaccionan, se comunican, coinciden, colaboran etc., a través de diversos procesos o acuerdos, que pueden ser bilaterales o multilaterales; de este modo la estructura que emerge de la interrelación se traduce en la existencia de una red social. Las redes sociales son, por tanto,

conjuntos de relaciones sociales o interpersonales que ligan individuos u organizaciones en grupos”.

El ARS tiene su origen en los estudios sociométricos de Moreno en la década de 1930 (Wasserman y Faust, 1994), aunque el término suele atribuirse a Barnes (1954). (Sanz, 2003; p. 22). Este método de análisis se basa en la teoría de grafos mediante la aplicación de procedimientos matemáticos que permiten obtener métricas de las interacciones que se producen entre los componentes de una red (Barnes y Hanary, 1983). Debido a su capacidad para estudiar y comprender redes complejas, el ARS ha sido aplicado en multitud de áreas de conocimiento como la Educación (Grunspan et al., 2014), la Neurociencia (Basset y Sporns, 2017) o la Salud (Jang et al., 2012).

En el ámbito infantil, el ARS también puede emplearse para estudiar las interrelaciones que surgen entre los participantes en un juego sociomotriz. De esta forma, estudios previos analizaron las relaciones sociales observadas en una clase de preescolar mientras jugaban (Fujisawa et al., 2009; Wang et al., 2019). Por su parte, Santos et al. (2017) compararon las redes de los juegos cooperativos con los de colaboración con oposición.

Vista la importancia que tiene el juego y las interacciones que se producen mientras se juega para el desarrollo de los niños, se propone este trabajo con la finalidad de mostrar las posibilidades metodológicas del ARS en el estudio de las relaciones sociales que emergen durante el juego infantil. Para ello, se ha seleccionado el juego de la patata caliente aplicado en un grupo de ocho preescolares de cinco años de una clase de segundo ciclo de educación infantil.

## **2. LA PELOTA CALIENTE**

El juego consistió en pasarse una pelota libremente entre los miembros del grupo-clase el mayor número de veces imaginando que la pelota quemaba. Para ello, los jugadores formaron un círculo y se separaron la distancia de un brazo. Con el objetivo de registrar el mayor número de pases, se plantearon cuatro rondas de tres minutos cada una de ellas. En la primera, los jugadores estuvieron sentados y se pasaron la pelota rodando por el suelo; en la

segunda, los jugadores estuvieron de pie y se pasaron la pelota con las dos manos; en la tercera, los jugadores siguieron de pie y se pasaron la pelota con bote a una o dos manos; en la cuarta y última ronda, los jugadores volvieron a sentarse y se pasaron la pelota con una o dos manos. Para evitar pérdidas de tiempo efectivo de juego, el docente tuvo preparadas varias pelotas, que empleaba en el caso de que la utilizada se alejara de la zona de juego.

### 3. TIPOS DE REDES SOCIALES

En este trabajo, las relaciones entre los participantes en el juego de “la pelota caliente” vienen determinadas por los pases que hace un jugador/actor/nodo de la red/grupo a otro. No obstante, en otros juegos, dichas relaciones podrían basarse en otro tipo de decisiones de los jugadores a la hora de oponerse o colaborar entre sí. Por ejemplo, quién pilla a quién en un juego de persecución como “la mancha”, o quién se agrupa con quién en un juego en el que hay que formar grupos en función del número de personas que se indique, como el de “las latas de sardinas”.

Por consiguiente, la red social que se genera en el juego de “la pelota caliente” se corresponde con un grafo dirigido o digrafo ponderado. Es del tipo digrafo porque se conoce la dirección del pase/enlace/arista que une a los jugadores, es decir, se sabe que el jugador (A) pasó al (B) y no al revés. Y es ponderada porque se cuantifican el número de pases totales realizado de un jugador a otro para las cuatro rondas del juego (12 minutos).

Es necesario señalar que puede haber juegos en los que no se conozca la dirección de las relaciones entre los jugadores (redes no dirigidas) o no sea de interés la intensidad de las relaciones sino la existencia o no del vínculo entre los jugadores (redes no ponderadas). El objeto de estudio y las características del juego determinarán el tipo de red a analizar que, a su vez, condicionará los algoritmos que permiten calcular las métricas de las interacciones de los jugadores.

#### 4. MATRIZ DE DATOS Y VISUALIZACIÓN DE LA RED

Una de las formas de cuantificar las relaciones entre los miembros de la red es a través de una matriz de datos como la que se presenta en la Figura 1.

	Juan	Toni	Fer	Elías	Ana	María	Sara	Bea
Juan	0	11	14	10	6	8	7	2
Toni	12	0	13	11	5	6	5	1
Fer	13	10	0	12	8	7	6	2
Elías	10	9	8	0	10	8	9	3
Ana	4	6	5	6	0	7	8	2
María	5	7	4	3	8	0	7	1
Sara	6	5	5	4	7	6	0	3
Bea	3	5	4	4	8	9	4	0

Figura 1. Matriz de pases realizados en el juego "la pelota caliente".

Nota: Los nombres de los jugadores son ficticios para preservar el anonimato de los participantes.

En este ejemplo, para registrar y conocer cuántos pases realizó un jugador a otro (por ejemplo, Toni a Elías) debemos partir de la primera columna de la izquierda y localizar a Toni en la segunda fila. Posteriormente, deberemos dirigirnos hacia la derecha por la segunda fila hasta localizar a Elías en la quinta columna. Como se puede comprobar, Toni realizó 11 pases a Elías durante el desarrollo de todo el juego.

A partir de la matriz de datos, se puede generar un gráfico que permite visualizar algunas características de la red (Figura 2). Para diseñar este tipo de gráficos existen muchos softwares disponibles. El que se utilizó en este trabajo fue el Social Network Visualizer (SocNetV, version 2.5) (Kalamaras, 2010).

A simple vista se observa que el tamaño de los nodos/círculos de los niños (Elías, Fer, Toni y Juan) son mayores que los de las niñas (Ana, María, Sara y Bea). Concretamente, el tamaño del nodo es un indicador de la cantidad de pases realizados y recibidos, por lo que informa del grado de participación que ha tenido cada niño/a durante el juego. En síntesis, se puede ver que todos los niños participaron de forma similar durante el juego y más activamente que las niñas. Claramente, la niña más aislada de la red y que menos participación tuvo fue Bea.

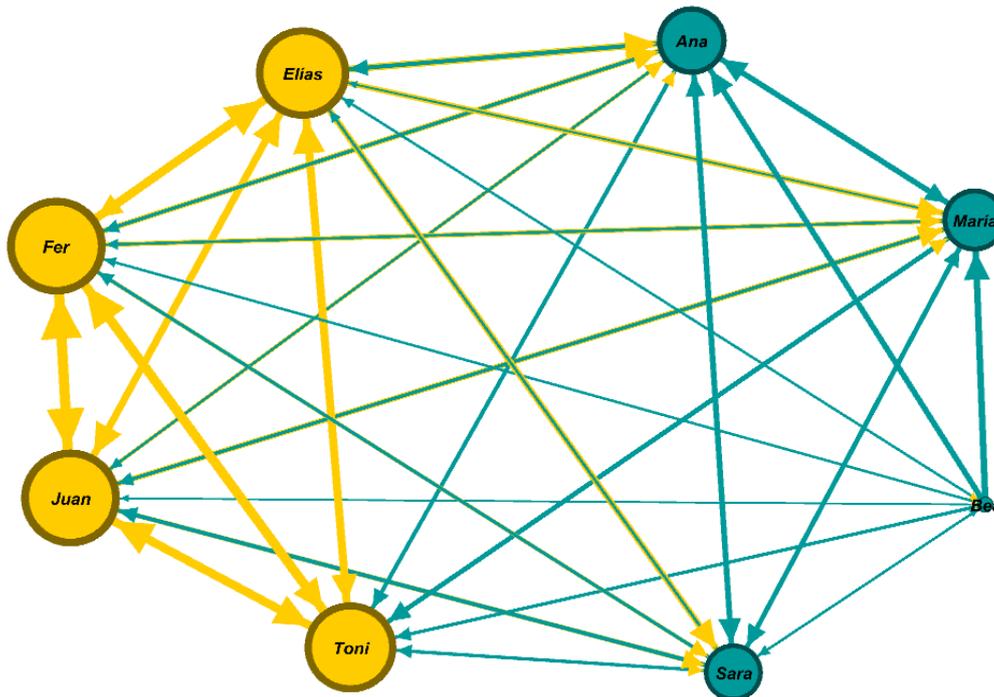


Figura 2. Visualización de la red social del juego "la pelota caliente".

Por otra parte, también se puede observar el grosor de los enlaces/flechas entre cada par de jugadores. Al estar escalada en función del número de pases que realiza un jugador a otro, permite conocer quiénes se han pasado más la pelota, o menos. Por ejemplo, observando el gráfico sabemos que ha habido más pases entre Juan y Fer que entre Eliás y Toni. Este resultado y los anteriores son comprobables a través de la matriz de datos. Por ejemplo, si sumamos los pases entre Juan y Fer ( $14+13=27$ ) obtenemos un resultado superior que si sumamos los de Eliás y Toni ( $11+9=20$ ).

Los gráficos generados con los softwares especializados en ARS son editables para resaltar las métricas de interés para el investigador. En nuestro caso, hemos optado por configurar el tamaño del nodo y del enlace en función de la cantidad de pases. Además, hemos resaltado en diferentes colores el atributo relacionado con el sexo para destacar la comparación de esta variable. No obstante, existen multitud de posibilidades de configuración como determinar los atributos del nodo (tamaño o color) a partir de las medidas de centralidad que veremos más adelante.

## 5. MÉTRICAS DE LA RED (MACRONIVEL)

En este apartado se calculan y analizan cuatro métricas (total de enlaces, densidad, distancia y diámetro) que describen las características de la red obtenida en el juego “la pelota caliente”.

### TOTAL DE ENLACES

Es el número absoluto de interacciones (pases) entre los jugadores durante el juego. En las mismas condiciones de análisis, se puede interpretar que cuanto mayor sea el número total de enlaces, mayor es la colaboración entre los miembros del grupo y mayor efectividad en los pases. Matemáticamente, el total de enlaces para un digrafo ponderado se calcula de la siguiente manera (Rubinov y Sporns 2010):

$$L_D^w = \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n a_{ij}$$

En el juego analizado, el total de pases fue de 372. Este valor se obtiene sumando todos los valores de la matriz de datos. Si dividimos el total de pases (372) entre el número de jugadores (8) obtenemos el promedio de pases por jugador (5,81).

### DENSIDAD

Es una medida de cohesión de la red. Valores altos de densidad denotan que todos los jugadores de la red están fuertemente cohesionados, donde todos cooperan en el mismo grado y la eficacia de cada jugador depende de la de los compañeros.

Para calcularla primero hay que normalizar la matriz (Figura 3). Para ello, dividimos cada valor de la matriz por el número más alto de pases (14 de Juan a Fer).

Posteriormente, se divide el número total de enlaces de la matriz normalizada (26,57) por el número máximo de pases posibles (56), donde n sería el número de jugadores (Wasserman y Faust, 1994).

$$\Delta_D^w = \frac{L_D^w}{n(n-1)}$$

	Juan	Toni	Fer	Elías	Ana	María	Sara	Bea
Juan	0,00	0,79	1,00	0,71	0,43	0,57	0,50	0,14
Toni	0,86	0,00	0,93	0,79	0,36	0,43	0,36	0,07
Fer	0,93	0,71	0,00	0,86	0,57	0,50	0,43	0,14
Elías	0,71	0,64	0,57	0,00	0,71	0,57	0,64	0,21
Ana	0,29	0,43	0,36	0,43	0,00	0,50	0,57	0,14
María	0,36	0,50	0,29	0,21	0,57	0,00	0,50	0,07
Sara	0,43	0,36	0,36	0,29	0,50	0,43	0,00	0,21
Bea	0,21	0,36	0,29	0,29	0,57	0,64	0,29	0,00

Figura 3. Matriz de pases normalizada sobre el máximo valor.

Los valores de densidad calculados de esta forma oscilan en el rango 0-1. En el juego analizado, la densidad fue de 0,474. En consecuencia, los jugadores no estuvieron muy cohesionados, habiendo jugadores más implicados que otros.

### DISTANCIA MEDIA

En el juego analizado, la distancia entre dos jugadores se infiere a partir del número de pases, de forma que dos jugadores están más próximos que otros si el número de pases es mayor. En este sentido, interpretamos que la conexión entre dos jugadores que están próximos es más intensa/fuerte que entre dos jugadores que están distanciados. Si observamos la matriz de datos (Figura 1) comprobamos que la distancia de Juan a Fer (14) es menor que de Juan a Bea (2). Por lo tanto, la conexión de Juan con Fer es más fuerte que con Bea.

En la teoría de grafos, la distancia media se define como el promedio de las distancias geodésicas entre cada par de nodos/jugadores (Wasserman y Faust, 1994).

$$\bar{d}^w = \frac{2}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n d^w(n_i, n_j)$$

Para calcular la distancia media primero hay que calcular la inversa de la matriz de pases (Figura 4). Para ello, en cada celda de la matriz realizamos un cociente poniendo 1 como valor en el numerador y el número de pases en el denominador. Si observamos la primera fila comprobamos que el jugador que está más próximo de Juan es Fer (0,071), al que realiza más pases. De la

misma forma, la jugadora más distante sería Bea (0,500), a la que realiza menos pases.

	Juan	Toni	Fer	Elías	Ana	María	Sara	Bea
Juan		0,091	0,071	0,100	0,167	0,125	0,143	0,500
Toni	0,083		0,077	0,091	0,200	0,167	0,200	1,000
Fer	0,077	0,100		0,083	0,125	0,143	0,167	0,500
Elías	0,100	0,111	0,125		0,100	0,125	0,111	0,333
Ana	0,250	0,167	0,200	0,167		0,143	0,125	0,500
María	0,200	0,143	0,250	0,333	0,125		0,143	1,000
Sara	0,167	0,200	0,200	0,250	0,143	0,167		0,333
Bea	0,333	0,200	0,250	0,250	0,125	0,111	0,250	

Figura 4. Matriz de pases inversa.

Posteriormente, para cada par de jugadores, hay que calcular las distancias geodésicas, definida como la distancia del camino más corto entre dos nodos. Entre dos jugadores existe un camino cuando entre ellos se ha producido un pase o cuando están conectados por uno o varios jugadores intermedarios, es decir, existe la forma de hacer llegar la pelota de un jugador a otro. Hay que tener en cuenta la posibilidad de que sea más rápido y efectivo utilizar un jugador intermedario. Por ejemplo, la distancia entre Juan y Bea (0,500) es mayor que si Juan pasa la pelota a Elías y después Elías se la pasa a Bea ( $0,100+0,333 = 0,433$ ).

Como existen múltiples caminos para cada par de nodos, el cálculo de la distancia geodésica se realizó mediante el comando *openExample('matlab/ShortestPathInWeightedGraphExample')* de MATLAB. En la Figura 5 se muestra la matriz de distancias geodésicas.

	Juan	Toni	Fer	Elías	Ana	María	Sara	Bea
Juan		0,091	0,071	0,100	0,167	0,125	0,143	0,433
Toni	0,083		0,077	0,091	0,191	0,167	0,200	0,424
Fer	0,077	0,100		0,083	0,125	0,143	0,167	0,416
Elías	0,100	0,111	0,125		0,100	0,125	0,111	0,333
Ana	0,250	0,167	0,200	0,167		0,143	0,125	0,458
María	0,200	0,143	0,220	0,234	0,125		0,143	0,476
Sara	0,167	0,200	0,200	0,250	0,143	0,167		0,333
Bea	0,283	0,200	0,250	0,250	0,125	0,111	0,250	

Figura 5. Matriz de distancias geodésicas entre cada par de jugadores.

El valor de la distancia media, al igual que la densidad, oscila entre 0-1. Cuanto menor sea la distancia media querrá decir que los jugadores están más próximos unos de otros, es decir, que habrán realizado muchos pases. En el juego analizado la distancia media fue de 0,186 denotando bastante cercanía entre los jugadores.

## DIAMETRO

Aprovechando la noción de distancia explicada en la métrica anterior calcularemos el diámetro de la red, definido como la distancia geodésica más grande entre dos jugadores de la red. En este trabajo, el diámetro se correspondió con la distancia entre María y Bea (0,476). Contrariamente, los jugadores más próximos fueron Juan y Fer (0,071).

## 6. MÉTRICAS DE LOS JUGADORES (MICRONIVEL)

A través del ARS también pueden obtenerse métricas que describen a los jugadores de la red. En este trabajo nos centraremos en la centralidad de grado, el prestigio de grado, la centralidad de cercanía y la centralidad de intermediación.

### CENTRALIDAD DE GRADO

Esta métrica equivale al total de pases realizados por cada jugador (Tabla 1). Puede ser interpretada como una medida de actividad. Los jugadores con valores altos de centralidad de grado están conectados a más participantes del juego que aquellos que obtienen valores bajos. De esta manera, los jugadores más centrales son más influyentes porque contribuyen más al objetivo del grupo, realizando más pases y ayudando a conectar a otros jugadores.

La forma de calcular la centralidad de grado en un digrafo dirigido es (Opsahl et al. 2010):

$$C_{D-out}^w(n_i) = k_i^{w-out} = \sum_{j=1}^n a_{ij}$$

Es posible estandarizar la centralidad de cada jugador dividiendo los pases de cada uno por los del jugador con el valor más alto. Este procedimiento tiene la ventaja de facilitar la comparación entre diferentes grupos de jugadores e incluso entre distintos juegos.

Tabla 1. Centralidad de grado en el juego “la pelota caliente”.

Jugador/a	Centralidad de grado (pases realizados)	Centralidad de grado estandarizada
Juan	58	1,00
Toni	53	0,91
Fer	58	1,00
Elías	57	0,98
Ana	38	0,66
María	35	0,60
Sara	36	0,62
Bea	37	0,64

Se puede comprobar que los jugadores más centrales fueron: Juan (58), Fer (58) y Elías (57). Contrariamente, María (35), Sara (36) y Bea (37) fueron las jugadoras que realizaron menos pases.

## PRESTIGIO DE GRADO

Coincide con el total de pases recibidos por cada jugador (Tabla 2).

Tabla 2. Prestigio de grado en el juego “la pelota caliente”.

Jugador/a	Prestigio de grado Pases recibidos	Prestigio de grado estandarizado
Juan	53	1
Toni	53	1
Fer	53	1
Elías	50	0,94
Ana	52	0,98
María	51	0,96
Sara	46	0,87
Bea	14	0,26

Cuanto más pases recibe un jugador más prestigio se le considera al ser elegido en más ocasiones por sus compañeros. Los jugadores con mayor prestigio son los preferidos por los demás para enviarles la pelota. Por este motivo, tienen un papel importante en conseguir el objetivo del juego, ya que de ellos depende dar continuidad a la circulación de la pelota y añadir más pases a la cuenta del equipo.

La forma de calcular el prestigio de grado en un digrafo dirigido es (Opsahl et al. 2010):

$$P_{D-in}^w(n_i) = k_i^{w-in} = \sum_{j=1}^n a_{ji}$$

En la Tabla 2 comprobamos que todos los jugadores tienen un prestigio por encima de 50 pases recibidos excepto Sara (46) y Bea (14).

### CENTRALIDAD DE CERCANÍA

Esta métrica cuantifica la proximidad de un jugador al resto de sus compañeros a través del concepto de distancia (Tabla 3). Los jugadores con valores más altos, o más próximos, pueden hacer llegar la pelota a otros compañeros empleando menos pases y jugadores intermediarios.

Matemáticamente la centralidad de cercanía se calcula sumando las distancias geodésicas de un jugador al resto (Figura 5) y se le aplica la función inversa (Opsahl et al., 2010):

$$C_{(C)}^w(n_i) = \left[ \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n d^w(n_i, n_j) \right]^{-1}$$

Como se puede observar, la centralidad de cercanía es inversamente proporcional a la distancia, es decir, los jugadores con valores más altos de centralidad se corresponden con aquellos que están más próximos a sus compañeros. Esta medida puede ser interpretada como un índice de la capacidad de un jugador para conseguir tener la pelota interactuando con otros compañeros.

Tabla 3. Centralidad de cercanía en el juego “la pelota caliente”.

Jugador/a	Distancia total al resto de jugadores	Centralidad de cercanía	Centralidad de cercanía estandarizada
Juan	1,130	0,885	0,890
Toni	1,233	0,811	0,816
Fer	1,111	0,900	0,906
Elías	1,006	0,994	1,000
Ana	1,509	0,663	0,667
María	1,541	0,649	0,653
Sara	1,460	0,685	0,689
Bea	1,469	0,681	0,685

En este trabajo, los jugadores más cercanos fueron: Elías (0,994), Fer (0,900) y Juan (0,885). Por el contrario, María (0,649), Ana (0,663) y Bea (0,681) fueron las jugadoras más distantes de la red.

### CENTRALIDAD DE INTERMEDIACIÓN

Este índice es considerado con frecuencia la medida de centralidad más potente debido a que cuantifica exitosamente la capacidad de un jugador de intermediar entre otros dos jugadores de la red, actuando de puente entre ellos. La centralidad de intermediación puede concebirse como una medida de control que tiene un jugador sobre otros compañeros al distribuir la posesión de la pelota. Los jugadores más centrales en esta métrica posibilitan que otros participantes del juego accedan a la pelota y se impliquen más en el juego.

La centralidad de intermediación mide la ratio de los caminos más cortos que pasan a través de un jugador. La forma de calcularla en un digrafo ponderado es (Rubinov y Sporns, 2010):

$$C_b(n_k) = \sum_{\substack{n_i, n_j \in V \\ i \neq n_j \neq k}} \frac{g_{ij}(n_k)}{g_{ij}}$$

En la Tabla 4 observamos que los jugadores con mayor capacidad de distribuir la pelota entre todos sus compañeros fueron: Elías (4), Toni (3,5) y Sara (2). Contrariamente, Juan, Fer, María y Bea tendieron a realizar sus pases a los mismos compañeros durante todo el juego.

Tabla 4. Centralidad de intermediación en el juego “la pelota caliente”.

Jugador/a	Centralidad de intermediación	Centralidad de intermediación estandarizada
Juan	0	0
Toni	3,5	0,875
Fer	0	0
Elías	4	1
Ana	0,5	0,125
María	0	0
Sara	2	0,5
Bea	0	0

## 6. RESUMEN DE RESULTADOS (MICRONIVEL)

En la Tabla 5 se presenta una síntesis de las métricas relacionadas con el nivel de análisis de los jugadores.

Tabla 5. Resultados de las medidas de centralidad en el juego “la pelota caliente”.

	Grado	Prestigio	Cercanía	Intermediación
Valores más altos	Juan/Fer	Juan/Toni/Fer	Elías	Elías
Valores más bajos	María	Bea	María	Juan/Fer/María/Bea

En la misma se puede comprobar que los jugadores más o menos centrales en una variable no tienen porque serlo en otra. Así, por ejemplo, Elías demostró ser un buen mediador entre sus compañeros, distribuyendo la pelota y estando próximo a todos ellos haciéndoles muchos pases. Por el contrario, Juan y Fer fueron más activos, realizaron y recibieron más pases, aunque no estuvieron conectados con todos los compañeros de la red. De forma similar, se comprueba que las chicas, especialmente María y Bea, tuvieron una participación en el juego menor que los chicos. Este resultado ya pudo percibirse cuando se interpretó el gráfico (Figura 2).

## 7. CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo fue mostrar un ejemplo de aplicación del ARS al juego infantil para conocer algunas de las posibilidades de esta metodología. A través del estudio del juego “la pelota caliente” se han calculado y explicado métricas procedentes de la teoría de grafos que han permitido describir algunas características de la red (macronivel) y de los jugadores (micronivel).

Las métricas propuestas nos son exhaustivas y pueden añadirse o sustituirse por otras (por ejemplo, reciprocidad, transitividad, heterogeneidad...) en función del interés del estudio. Incluso, existe la posibilidad de analizar un nivel intermedio (mesonivel), correspondiente con la formación de pequeños grupos dentro de la red.

Todas estas métricas proporcionan datos muy valiosos de la estructura de las redes y las interrelaciones sociales emergidas en los juegos infantiles. Por consiguiente, el ARS constituye una metodología efectiva para analizarlos. Como tal, puede aplicarse para estudiar la participación de los niños, para comprobar los efectos de los cambios estructurales (espacios, tiempos,

jugadores, reglas...) o para comparar los comportamientos sociales en distintos juegos. Todo ello debe ayudar a los educadores a programar y elegir adecuadamente los juegos infantiles con el fin de contribuir al desarrollo armónico e integral de los niños.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barnes, J. A. (1954). Class and Committees in a Norwegian Island Parish. *Human Relations*, 7, 39–58. <https://doi.org/10.1177/001872675400700102>
2. Barnes, J. A., & Harary, F. (1983). Graph theory in network analysis. *Social networks*, 5(2), 235-244.
3. Bassett, D., & Sporns, O. (2017). Network neuroscience. *Nature Neuroscience*, 20, 353–364. <https://doi.org/10.1038/nn.4502>
4. Bergen, D. (2002). The role of pretend play in children's cognitive development. *Early Childhood Research and Practice*, 4(1), 1–12.
5. Fujisawa, K. K., Kutsukake, N., & Hasegawa, T. (2009). Social network analyses of positive and negative relationships among Japanese preschool classmates. *International Journal of Behavioral Development*, 33(3), 193-201. <https://doi.org/10.1177/0165025408098015>
6. Gallagher, T. M. (1993). Language skill and the development of social competence in school-age children. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 24(4), 199-205. <https://doi.org/10.1044/0161-1461.2404.199>
7. Gallardo, L. O., Barrasa, A., & Guevara-Viejo, F. (2016). Positive peer relationships and academic achievement across early and midadolescence. *Social Behavior and Personality: an international journal*, 44(10), 1637-1648. <https://doi.org/10.2224/sbp.2016.44.10.1637>
8. Grunspan, D. Z., Wiggins, B. L., & Goodreau, S. M. (2014). Understanding classrooms through social network analysis: A primer for social network analysis in education research. *CBE—Life Sciences Education*, 13(2), 167-178. <https://doi.org/10.1187/cbe.13-08-0162>

9. Guralnick, M. J. (1993). Developmentally Appropriate Practice in the Assessment and Intervention of Children's Peer Relations. *Topics in Early Childhood Special Education*, 13(3), 344–371. <https://doi.org/10.1177/027112149301300310>
10. Hay, D. F., Payne, A., & Chadwick, A. (2004). Peer relations in childhood. *Journal of child psychology and psychiatry*, 45(1), 84-108. <https://doi.org/10.1046/j.0021-9630.2003.00308.x>
11. Jang, H. L., Lee, Y. S., & An, J. Y. (2012). Application of social network analysis to health care sectors. *Healthcare informatics research*, 18(1), 44–56. <https://doi.org/10.4258/hir.2012.18.1.44>
12. Johnson, C., Ironsmith, M., Snow, C. W., & Poteat, G. M. (2000). Peer acceptance and social adjustment in preschool and kindergarten. *Early Childhood Education Journal*, 27(4), 207-212. <https://doi.org/10.1023/B:ECEJ.0000003356.30481.7a>
13. Kalamaras, D. (2010). *Social network visualizer (SocNetV)*. <http://socnetv.sf.net>.
14. Oberle, E., & Schonert-Reichl, K. A. (2013). Relations among peer acceptance, inhibitory control, and math achievement in early adolescence. *Journal of applied developmental psychology*, 34(1), 45-51. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2012.09.003>
15. Opsahl, T., Agneessens, F., & Skvoretz, J. (2010). Node centrality in weighted networks: Generalizing degree and shortest paths. *Social Networks*, 32(3), 245–251. <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2010.03.006>
16. Rodríguez, J. E. & Trasancos, M. Propuesta didáctica de aplicación del juego popular y tradicional en el aula de educación infantil. *Trances*, 8(4), 275-294.
17. Rubinov, M., & Sporns, O. (2010). Complex network measures of brain connectivity: Uses and interpretations. *NeuroImage*, 52(3), 1059–1069.

18. Santos, A., Clemente, F. M., Sanchez, J., Campos, F., Silva, F., Mendes, R. S., & Martins, F. M. L. (2017). Social network analysis applied to children: Cooperation games versus cooperation-opposition games. *Journal of Physical Education and Sport*, 17(2), 839.
19. Sanz, L. (2003). Análisis de redes sociales: o cómo representar las estructuras sociales subyacentes. *Apuntes de Ciencia y Tecnología*, 7, 20-29.
20. Tunçgenç, B. and Cohen, E. (2018), Interpersonal movement synchrony facilitates pro-social behavior in children's peer-play. *Development Science*, 21(1), e12505. doi:10.1111/desc.12505.
21. Wang, Y., Palonen, T., Hurme, T. R., & Kinos, J. (2019). Do you want to play with me today? Friendship stability among preschool children. *European Early Childhood Education Research Journal*, 27(2), 170-184. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2019.1579545>
22. Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications*. Cambridge: Cambridge University Press.