

ABC, 19 de Junio de 2018  
CIENCIA - El ABCdario de las matemáticas  
Clara Grima

**Cómo los pases previos, y no solo un pulpo, vaticinaron la victoria de España en Sudáfrica; cuál es el equipo mejor posicionado en el campo y cómo se forman las olas de los estadios**



Las matemáticas también están en el fútbol - Raquel Gu

Que las **matemáticas** están en todas partes es algo que los matemáticos repetimos constantemente, pero me da la sensación de que aún hay gente que cree que es un lema publicitario y poco más. Déjenme que hoy, inmersos como estamos en el Mundial de fútbol, les muestre algunas aplicaciones de esta bella disciplina que, quién sabe, igual ni se imaginan.

Sobre las matemáticas inherentes a los resultados y clasificaciones hablaré poco o nada; creo que todo el mundo tiene claro las nociones de aritmética básica (sumar) que impregnan estas cuestiones.

Vamos a fijarnos en otros aspectos menos inmediatos que, haciendo uso de otras técnicas menos conocidas que las sumas, son susceptibles de ser estudiados y/o analizados con matemáticas.

¿Recuerdan, por ejemplo, al **pulpo Paul**? ¿Aquel octópodo (descanse en paz) que en 2010 al ser ‘consultado’ sobre el resultado de la final del mundial de aquel año se comió el mejillón de la lata con la bandera de España ‘pronosticando’, con ello, la victoria de nuestra selección frente a Holanda? Evidentemente, aquello no fue más que un entretenimiento, exacerbado, posiblemente, por la circunstancia de que nuestra selección llegaba por primera vez a la final de este campeonato de fútbol. Nadie sensato esperaba causalidad alguna entre la decisión del cefalópodo y el resultado final del encuentro. No había nada científico allí.

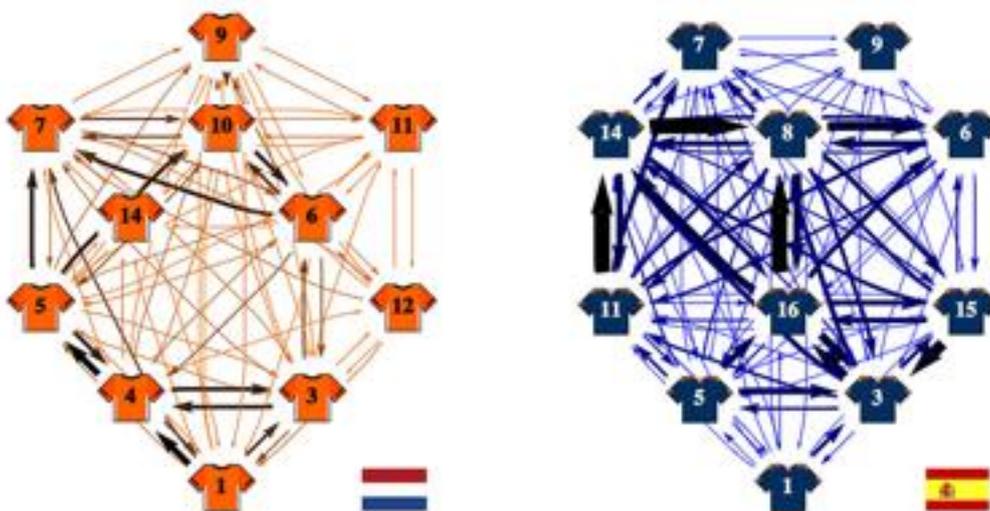
Lo que no se hizo tan popular como Paul fue un estudio más serio y riguroso que, con el mismo objetivo, publicaron antes de la citada final los matemáticos **Javier López Peña y Hugo Touchette** de Queen Mary (Universidad de Londres) y que [pueden consultar aquí](#).

En dicho artículo, los autores recogieron todos los pases dados en las distintas fases de juego previas al campeonato en Sudáfrica y llegaron a predecir el triunfo de España. Para ello, construyeron lo que se conoce con el nombre de **grafo**: una estructura en la que cada jugador es representado con un punto (lo llamamos vértice o nodo) y en la que se añaden flechas entre ellos (entre los puntos que representan a los jugadores) de diferentes grosores en función del número de pases en dicha dirección. Para cada una de las selecciones en el mundial de Sudáfrica, López Peña y Touchette elaboraron una red de pases (passing network) entre los jugadores durante todo el torneo y las compararon entre ellas. Para ello, asignaron a cada jugador en una puntuación, llamada **centralidad**

, que mide lo vital que es para la red. A mayor valor de la centralidad, mayor será el impacto si ese jugador falla, por alguna razón. Este tipo de análisis es común para conseguir las redes informáticas más robustas, detectando que servidores son los que más pueden liarla si caen, por ejemplo.

Para calcular dicha puntuación, la centralidad de cada jugador, se tenían en cuenta, básicamente, 3 factores: la cercanía de cada jugador (si está bien conectado con el resto del equipo), la importancia de ese jugador en jugadas que conectan a otros dos compañeros de su equipo y, por último, la popularidad del mismo en el equipo. En pocas palabras, podríamos decir que el algoritmo usado para medir la puntuación de cada jugador en un equipo es similar al **PageRank** que Google utiliza para ordenar páginas en internet.

Con estos cálculos en la mano, las selecciones española y holandesa tenían asociados (respectivamente) los grafos mostrados en la siguiente figura:



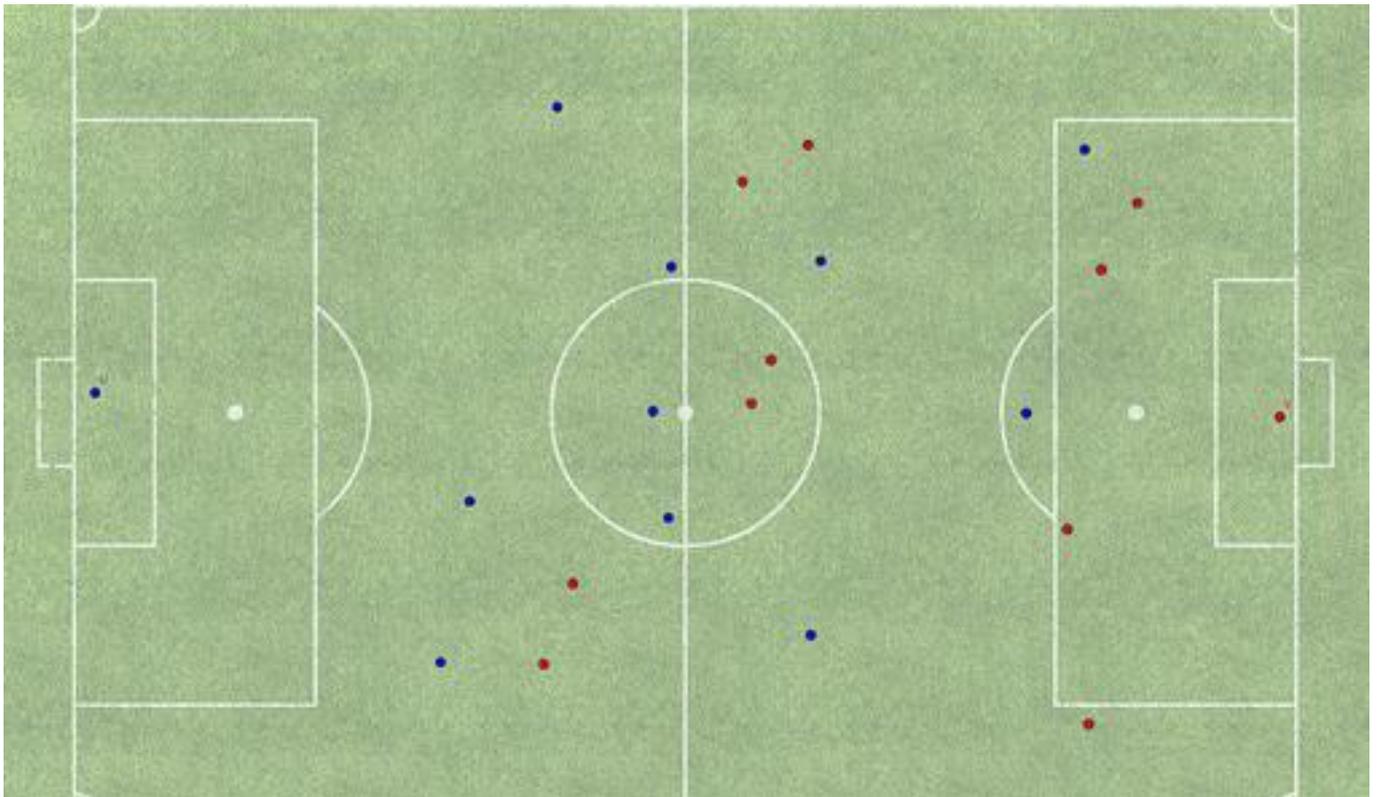
Redes de Holanda y España antes de la final

Analizados los datos, estos revelaron que los jugadores españoles habían hecho un número sorprendentemente grande de pases en este torneo, casi el 40 por ciento más que Alemania y dos veces más que los holandeses. Por otra parte, equilibrio español también se encontraba en los pases que recibía David Villa, máximo goleador del torneo, con un promedio de 37 pases por partido, más que cualquier otro delantero del resto de los equipos. Por el contrario, el modo de juego holandés era claramente ofensivo, con número muy bajo de pases entre los jugadores, la mayoría de los cuales estaban dirigidos a los delanteros. Pues bien, en función de dichos datos, llegaron a la conclusión de que era más sencillo para España anular el juego holandés y que, por tanto, la victoria debía corresponder a nuestra selección, publicando dichos resultados el día 2 de julio de 2010 (días antes de la final). Y sin pulpo.

Evidentemente, este estudio mucho más riguroso y científico tampoco puede garantizar nada puesto que hay factores que no se tienen en cuenta: los futbolistas son seres humanos, con sus momentos bajos, con sus egos y sus preocupaciones personales. Pero, sin duda, son análisis con otras aplicaciones, como ya he mencionado, más rigurosas y, para mí, interesantes: los grafos.

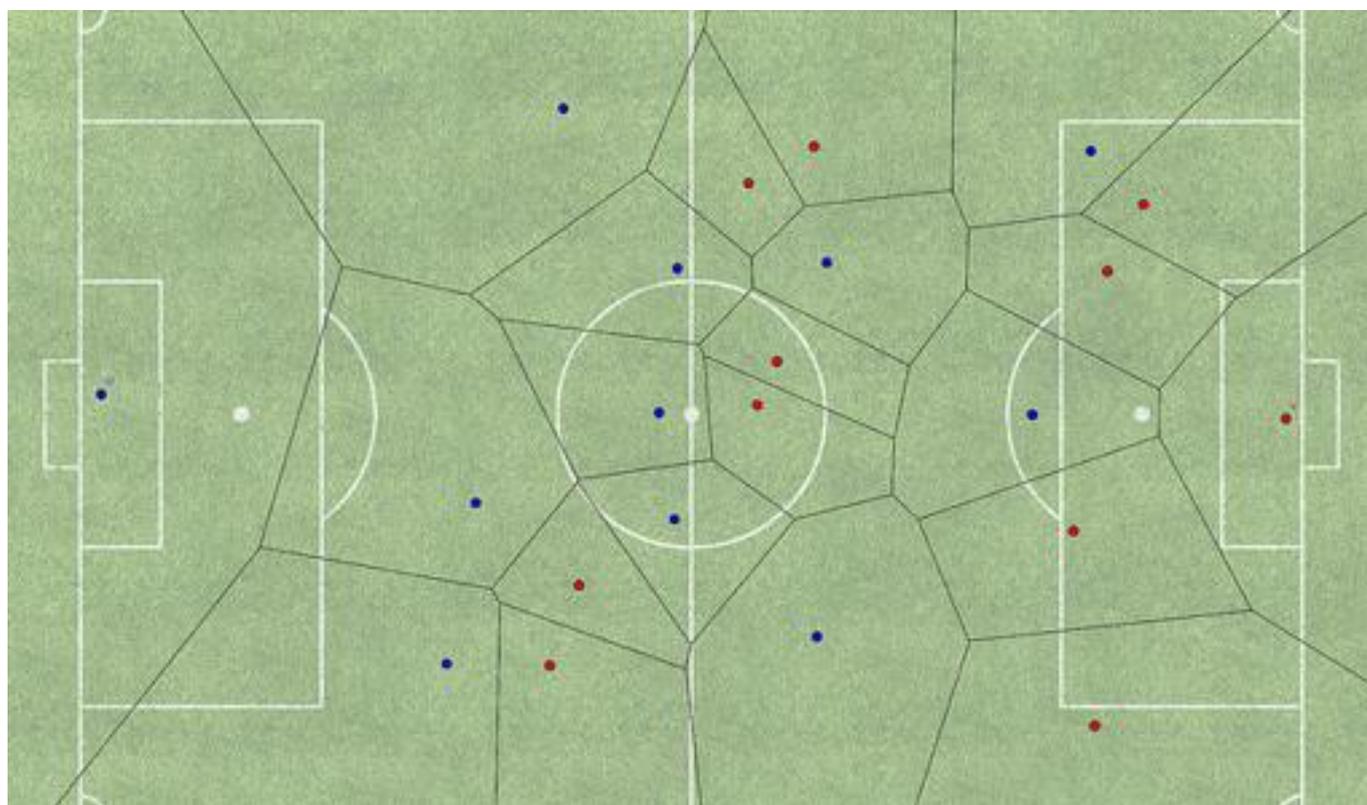
Pero hay más. Hace algún tiempo y en esta misma casa hablábamos de una estructura geométrica con infinitas aplicaciones: el [diagrama de Voronoi](#). Pues, como también dijimos en aquella ocasión, se puede aplicar esta estructura al deporte rey para determinar qué equipo está mejor posicionado en el campo como le contamos a continuación.

Supongamos que tenemos dos equipos (equipo rojo y equipo azul) que ocupan esta posición:



La ventaja posicional de uno sobre otro puede que a simple vista no esté muy clara, pero si

dibujamos el diagrama de Voronoi de los jugadores, obtenemos:



Se ve mejor sobre todo si coloreamos cada una de las regiones:

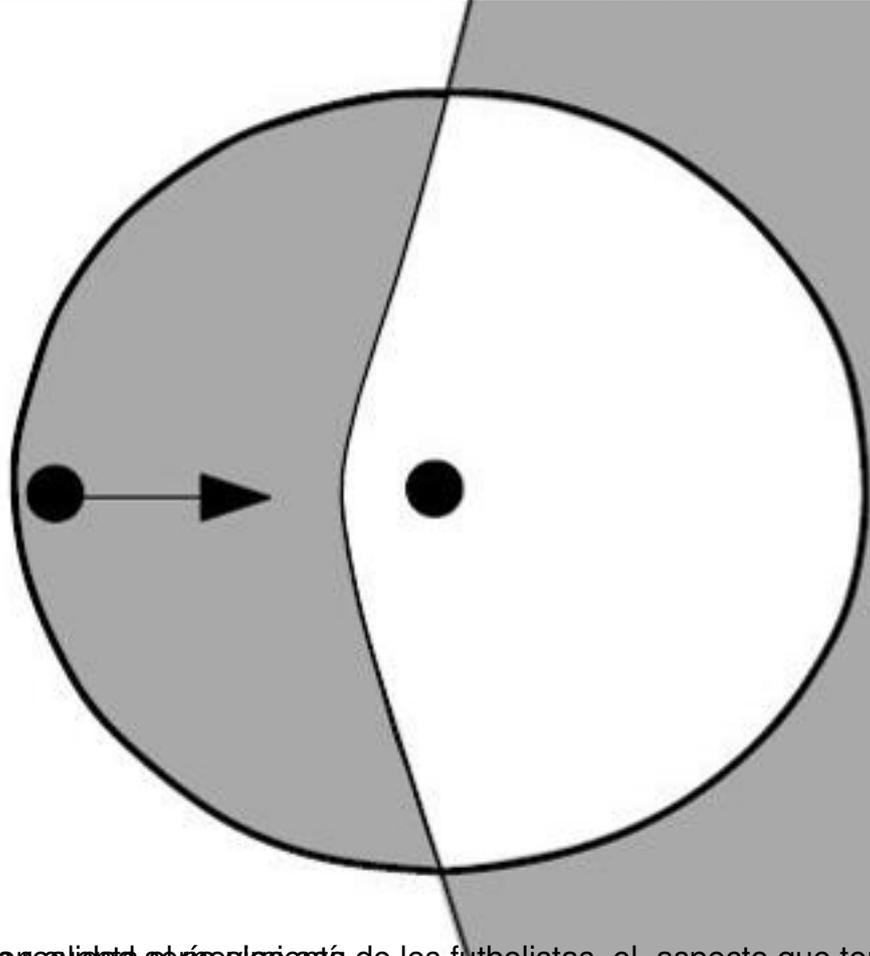
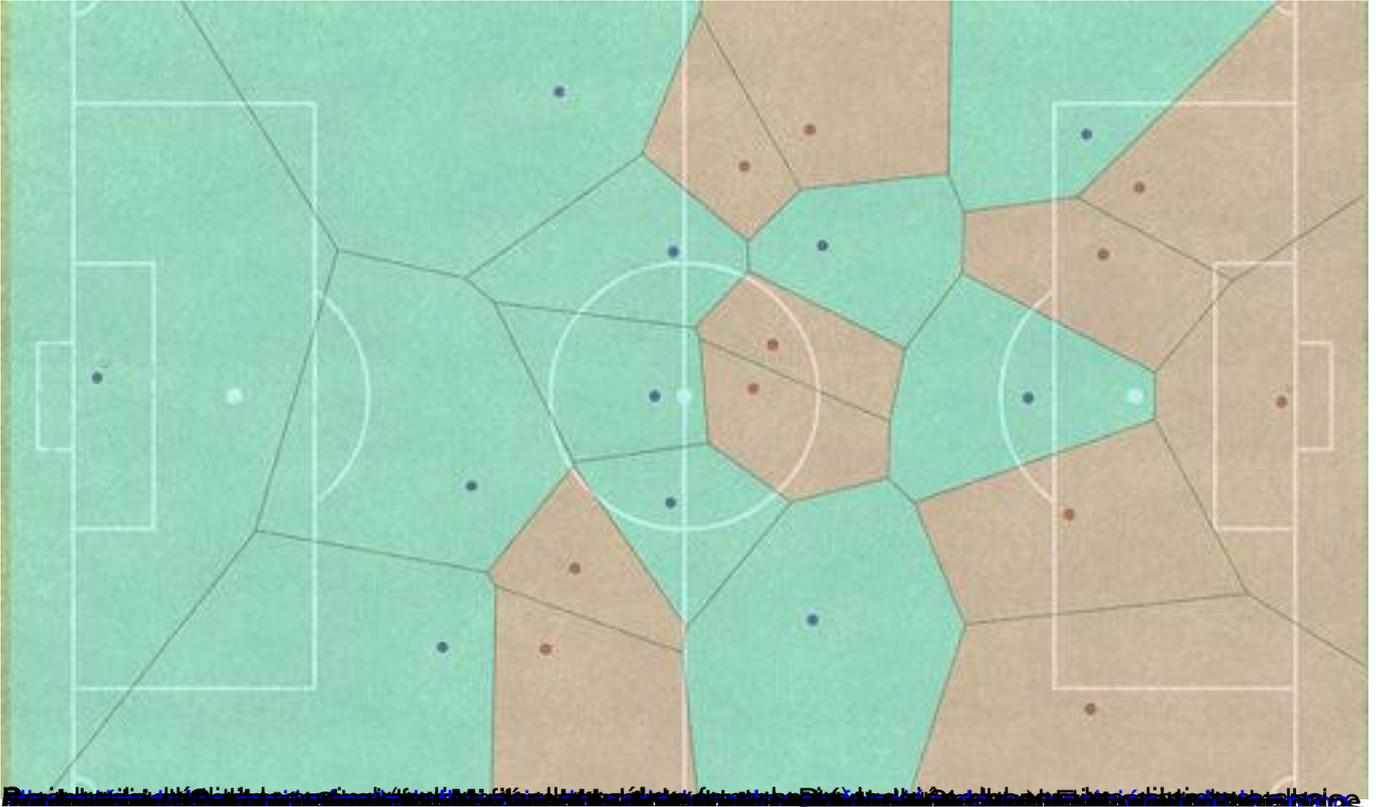
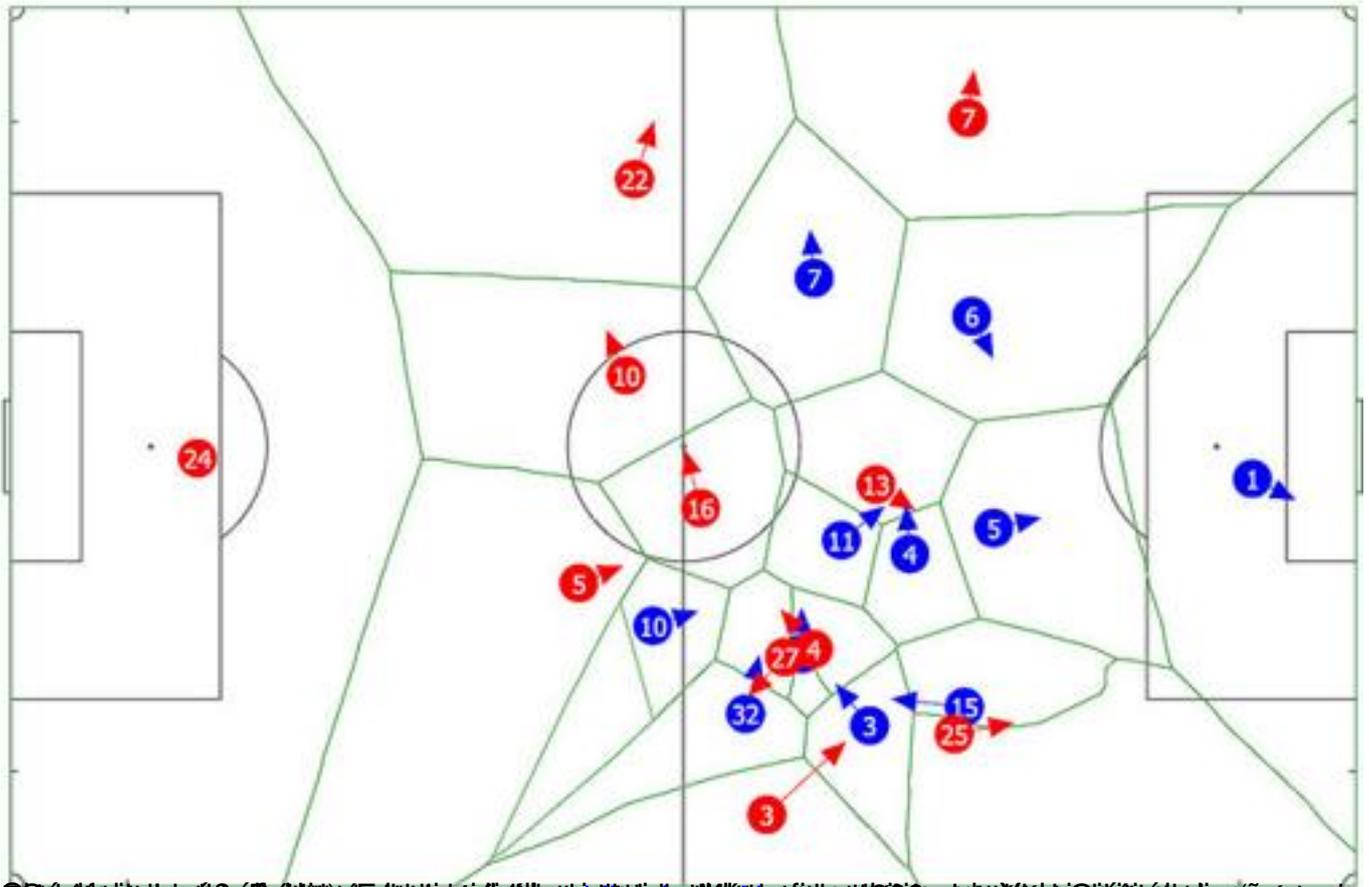


Diagrama de Voronoi en realidad sería algo así de los futbolistas, el aspecto que tendría el



[Regístrate en la Real Sociedad Matemática Española \(RSME\)](#)