

# El análisis de coordenadas polares para la estimación de relaciones en la interacción motriz en fútbol

Julen Castellano Paulis y Antonio Hernández Mendo\*  
Instituto Vasco de Educación Física y \* Universidad de Málaga

Esta investigación desarrolla una aplicación específica de la técnica de coordenadas polares aplicado al ámbito de la acción motriz deportiva. Primero, se ha diseñado y configurado un sistema taxonómico original, el Sistema de Observación de la Acción de Juego en el Fútbol SOCCAF (Castellano, 2000); segundo, se realizó una prueba de calidad del dato; por último, se llevó a cabo un análisis de coordenadas polares, escogiendo como conductas focales las de continuación en la posesión de balón desarrolladas por los equipos en diferentes contextos de interacción. Se ha aplicado la técnica analítica de Sackett (1980) en su variante retrospectiva genuina propuesta por Anguera (1997a). Este análisis nos ha permitido conocer las relaciones que se establecen entre la conducta tomada como focal y las distintas categorías condicionales, con respecto a las secuencialidades prospectivas y retrospectivas, y describir diferentes mapas conductuales.

*Polar coordinates analysis to estimate the relationships in the motor interaction in soccer.* This research shows a specific application of polar coordinates technique to the study of sport motor action. First, an *ad hoc* taxonomic system was designed and configured, System of Observation of the Action of Game in Soccer SOCCAF (Castellano, 2000); second, quality of data was contrasted and assured; third, polar coordinates analysis was carried out choosing as criterion behaviour the categories of ball possession continuity displayed by a team in different interaction contexts. Sackett's analytical technique (1980) in its genuine retrospective variant proposed by Anguera (1997a) was applied. This analysis allowed us to know about the relationships between focal behaviour and different categories with regards to prospective and retrospective sequentialities, and to describe different behavioural maps.

Con la intención de aportar una perspectiva novedosa a la comprensión de la acción de juego de las actividades físicas y deportivas, nos hemos adentrado en la observación sistemática de una realidad de gran impacto social: el fútbol. La Metodología Observacional puede ser una plataforma válida, dentro del marco científico, para acometer el acercamiento a la descripción de las conductas que los jugadores y equipos realizan en su entorno natural, un partido de fútbol. Dentro de las diferentes técnicas analíticas que encontramos en la Metodología Observacional una de ellas, la técnica de coordenadas polares (Sackett, 1980), nos ofrece la posibilidad de estimar el tipo de relaciones que se establecen entre la conducta focal, objeto del análisis, con el resto de las que configuran el sistema taxonómico. La utilización de la técnica de coordenadas polares en el deporte ha sido escasa, únicamente los trabajos de Hernández Mendo y Anguera (1997b, 1998) sobre el fútbol y el estudio que Gorospe (1999) hace en el tenis, incluyen el uso de este tipo de análisis en este ámbito. Tomados en consideración estos trabajos, proponemos un análisis de coordenadas pola-

res en el fútbol de rendimiento, analizando partidos del Mundial de Francia '98, donde aglutinamos aspectos que de forma más pertinente caracterizan la acción de juego, sobre todo, los que hacen referencia a la contextualización de las conductas que los jugadores y equipos desarrollan en la competición, la interacción.

Esta técnica permite conocer las relaciones que se producen entre las conductas que conforman el sistema taxonómico, actuando como un potente reductor de datos, gracias a la utilización del parámetro  $Z_{sum}$  o puntuaciones  $z$  ( $Z_{sum} = \sum z / \sqrt{n}$ , siendo  $z$  los valores independientes obtenidos en los respectivos retardos  $-5$  a  $5$ , y siendo  $n$  el número de retardos). Este análisis posibilita construir mapas de relaciones entre diferentes categorías de conducta (vínculo entre la categoría focal con las condicionadas) donde se complementa una perspectiva diacrónica o en el transcurso del tiempo hacia delante y una retrospectiva o hacia atrás, consiguiendo un sistema por el cual se puede mantener sin distorsión una elevada capacidad informativa.

## Método

Este trabajo continúa la línea innovadora comenzada hace unos años de la Metodología Observacional aplicada en contextos deportivos, concretamente los que hacen referencia a la utilización del análisis de coordenadas polares (Hernández Mendo y Anguera, 1997; Gorospe, 1999). De modo novedoso el Diseño Observacional que plantea –diseño diacrónico intensivo– lo situamos dentro del cuadrante IV de los propuestos por Anguera (1985).

### Sujetos

Se llevó a cabo la codificación y registro de diez encuentros disputados en la segunda fase (competición de tipo eliminatoria) del Mundial de Francia '98: Francia - Brasil, Croacia - Holanda, Francia - Croacia, Brasil - Holanda, Francia - Italia, Brasil - Dinamarca, Croacia - Alemania, Holanda - Argentina, Francia - Paraguay, Brasil - Chile. La elección del número de diez partidos se estimó a través de un análisis de generalizabilidad (Blanco Villaseñor, Castellano y Hernández Mendo, 1999).

### Material

El material utilizado en la codificación del flujo comportamental, para llevar a cabo el análisis estadístico y de coordenadas polares, ha sido: un magnetoscopio con sistema VHS, un monitor de televisión, un ordenador portátil con microprocesador *pentium I* (166 Mz de velocidad, 32 Mb de RAM y 4.100 Mb en disco duro), un paquete estadístico SPSS v. 6.1 para *Windows* y el programa de análisis secuencial SDIS-GSEQ v. 2.0 (Bakeman y Quera, 1996).

### Sistema taxonómico

En este trabajo partimos de un sistema de categorías elaborado por Castellano (2000) para el análisis secuencial en fútbol, que fue sometido a un proceso de optimización y definición de las categorías a partir de la construcción de un sistema provisional inicial, y que posteriormente se ha aplicado en la codificación y registro de una serie de partidos disputados en el Campeonato Mundial Francia '98.

Las categorías focales con las que se han llevado a cabo el análisis de coordenadas polares pertenecen a la macrocategoría de continuación en la posesión del balón por parte del equipo observado (una vez recuperado el balón el equipo observado mantiene y continúa la posesión del mismo hasta que lo pierde), que se incluyen dentro del criterio «balón en juego» (Castellano, 2000). Por motivos de espacio únicamente se presenta una breve definición de cada una de las conductas, donde se ha intentado recoger el núcleo categorial de cada una de las categorías. De forma pormenorizada, tanto el núcleo categorial, el grado de apertura, las situaciones sociomotrices a modo de ejemplos, como la representación gráfica de cada una de las categorías aparecen recogidas en Castellano (2000). a) *RMC*: La zona retrasada del equipo observado continúa con la posesión del balón teniendo la zona media y retrasada del equipo adversario por delante del mismo. b) *RAC*: La zona retrasada del equipo observado continúa con la posesión del balón teniendo la zona adelantada, media y retrasada del equipo adversario por delante del mismo. c) *MAC*: La zona media del equipo observado continúa con la posesión del balón teniendo la zona adelantada, media y retrasada del equipo adversario por delante del mismo. d) *MMC*: La zona media del equipo observado continúa con la posesión del balón teniendo la zona media y retrasada del equipo adversario por delante del mismo. e) *MRC*: La zona media del equipo observado continúa con la posesión del balón teniendo la zona retrasada del equipo adversario por delante del mismo. f) *ARC*: La zona adelantada del equipo observado continúa con la posesión del balón teniendo la zona retrasada del equipo adversario por delante del mismo. g) *ERC*: La zona externa del equipo observado continúa con la posesión del balón teniendo la zona retrasada del equipo adversario por delante del mismo. h) *AMC*:

La zona adelantada del equipo observado continúa con la posesión del balón teniendo la zona media y retrasada del equipo adversario por delante del mismo.

En el análisis de coordenadas polares realizado, cada una de estas categorías criterio ha sido puesta en relación con esas mismas categorías (*RMC*, *RAC*, *MAC*, *MMC*, *MRC*, *ARC*, *ERC* y *AMC*) y con otras categorías que fueron agrupadas, manteniendo la lógica dinámica del juego, con relación al sistema de categorías original; *REC*: El equipo observado recupera en cualquier contexto de interacción la posesión del balón, *PER*: El equipo observado pierde la posesión del balón en cualquier contexto de interacción, *INT*: El equipo adversario intercepta el balón, *IRF*: Interrupción reglamentaria a favor del equipo observado, *IRC*: Interrupción reglamentaria en contra del equipo observado, y *TIR*: El equipo observado tira a puerta.

### Procedimiento

Previo a la codificación definitiva de los partidos se ha realizado un análisis de la calidad del dato, donde se codificó un partido en tres momentos temporales diferentes, dos de los cuales fueron realizadas por el mismo equipo de observadores y una tercera por un equipo distinto, todos ellos previamente entrenados. En todos los casos, dentro del equipo se utilizó concordancia consensuada (Anguera, 1990). Una vez finalizada la codificación se calculó la concordancia intra e interobservadores utilizando para ello el índice Kappa de Cohen, un análisis de generalizabilidad y varios coeficientes de correlación (Castellano, Hernández Mendo, Gómez de Segura, Fontetxa y Bueno, 2000), habiendo obtenido en todos los casos valores por encima de 0.75.

La técnica de coordenadas polares (Sackett, 1980) permite conocer las relaciones que se producen entre las conductas que conforman el sistema taxonómico. Esta técnica actúa como un potente reductor de datos, gracias a la utilización del parámetro  $Z_{sum}$ , facilitando un sistema por el cual se puede mantener sin distorsión una elevada capacidad informativa. Para la construcción de estos mapas conductuales es necesario determinar los módulos de los vectores (para que se consideren significativas deberán ser superiores a 1.96) y el ángulo del vector (que dependerá del cuadrante donde se sitúe y del radio) marcando la naturaleza de la relación. La ubicación del vector de la conducta de apareo respecto a la conducta criterio, como ya hemos comentado, tiene una importancia relevante, su interpretación queda recogida de los siguientes puntos: 1) *Cuadrante I*: La conducta focal tiene una relación respecto a la de apareo de activación hacia delante y hacia atrás en el tiempo; 2) *Cuadrante II*: La conducta focal tiene una relación respecto a la de apareo de inhibición hacia delante y activación hacia atrás en el tiempo; 3) *Cuadrante III*: La conducta focal tiene una relación respecto a la de apareo de inhibición hacia delante y hacia atrás en el tiempo, y 4) *Cuadrante IV*: La conducta focal tiene una relación respecto a la de apareo de activación hacia delante e inhibición hacia atrás en el tiempo.

En el transcurso de esta investigación se ha aplicado exclusivamente la técnica analítica de Sackett (1980) en su variante de retrospectividad genuina propuesta por Anguera (1997a). A diferencia de la técnica de Sackett (1980), esta segunda establece el análisis considerando una misma categoría focal frente a un grupo de categorías condicionadas, para lo cual se elabora una matriz de cinco filas (igual al número de retardos) y de tantas columnas como categorías de apareo se consideren. A continuación se estima

el cálculo de retardos positivos, de 1 a 5, en la perspectiva prospectiva, y de retardos negativos, de -1 a -5, en la retrospectiva.

En los resultados del análisis que a continuación presentamos se recogen los mapas conductuales generados y la tabla de valores  $Z_{sum}$  prospectivos y retrospectivos, cuadrante del vector, longitud del radio, ratio Y/Radio, ángulo inicial y ángulo transformado del vector de dichos mapas conductuales. Estos valores son hallados con las siguientes fórmulas:

1.  $Z_{sum}$  prospectivo (X)= Sumatorio de los residuos ajustados del retardo 1 al 5.

$$Z_{sumx} = \frac{\sum z}{\sqrt{n}}$$

2.  $Z_{sum}$  retrospectivo (Y)= Sumatorio de los residuos ajustados del retardo -1 al -5.

$$Z_{sumy} = \frac{\sum z}{\sqrt{n}}$$

3. Cuadrante del vector= Cuadrante en que se situará la categoría de apareo en función del valor positivo o negativo del  $Z_{sum}$  de la X y de la Y.

4. Módulo o longitud del radio = Raíz cuadrada de la suma del cuadrado de la  $Z_{sum}$  de la X y del cuadrado de la  $Z_{sum}$  de la Y.

$$\text{Módulo} = \sqrt{x^2 + y^2}$$

5. Ratio =  $Z_{sum}$  de la Y dividido por la longitud del radio.

$$\text{Ratio} = \frac{Z_{sumY}}{\text{longitud del radio}}$$

6. Ángulo inicial:  $\varphi$  = Arco seno de Y/Radio.

7. Ángulo transformado del vector: Determinado según las siguientes indicaciones: a) Si el vector se ubica en el cuadrante I (+,+) los ángulos corresponden a  $0^\circ < \varphi < 90^\circ$ , luego el ángulo será =  $\varphi$ . b) Si el vector se ubica en el cuadrante II (-,+) los ángulos corresponden a  $90^\circ < \varphi < 180^\circ$ , luego el ángulo será =  $180^\circ - \varphi$ . c) Si el vector se ubica en el cuadrante III (-,-) los ángulos corresponden a  $180^\circ < \varphi < 270^\circ$ , luego el ángulo será =  $180^\circ + \varphi$ . d) Si el vector se ubica en el cuadrante IV (+,-) los ángulos corresponden a  $270^\circ < \varphi < 360^\circ$ , luego el ángulo será =  $360^\circ - \varphi$ .

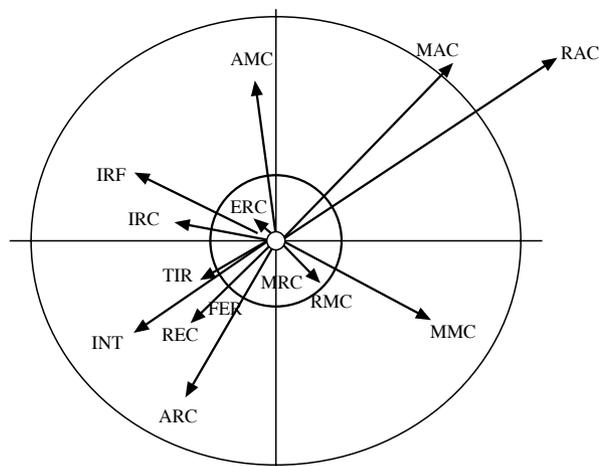
Resultados

En las tres categorías analizadas (MAC, MMC y MRC) la zona media del equipo observado dispone de la posesión del balón, es decir, las categorías contienen un carácter «medio», ni defensivo ni ofensivo, a medio camino entre los contextos más favorables (ARC y ERC) como más desfavorables (RAC y RMC) para el juego ofensivo.

El mapa conductual estimado a partir de la categoría MAC (Figura 1) describe una situación motriz que se ajusta a una lógica de juego. El hecho de que la categoría criterio (MAC) tenga una relación excitatoria consigo misma, tanto desde la perspectiva prospec-

tiva como de la retrospectiva (cuadrante I), es un hecho comprensible debido a que la estrategia de codificación así lo permitía. Esto viene a reflejar la existencia de una traslación de la categoría sobre el terreno de juego. Para este mismo cuadrante I observamos una mutua excitatoriedad y de forma intensa con relación a la categoría RAC. Volvemos a encontrarnos con una relación de activación que evidencia un retroceso en la ubicación del balón dentro de la configuración espacial del equipo observado (de 'MA' a 'RA'), sin que exista un cambio en la del equipo adversario (de 'MA' a 'RA'). Esta transición viene a constatar el poco beneficio o rendimiento que se puede sacar a la categoría MAC para la progresión ofensiva del juego, pues como puede observarse hace activarse, y de forma intensa, una categoría de escasa progresión ofensiva (RAC).

La presencia de la categoría MMC en el cuarto de los cuadrantes describe una relación excitatoria en el plano prospectivo, pero una inhibición significativa para la orientación retrospectiva. Quiere esto decir que las probabilidades de que a partir de la categoría MAC se obtenga la categoría MMC son altas, no así en el sentido contrario.



	PRO. X	RET. Y	Cuadrante	Radio	Y/Radio	Ángulo	Ángulo transformado
RMC	1,24	-1,18	IV	1,71	-0,69	44°	316°
RAC	10,11	6,74	I	12,15	0,56	34°	34°
ERC	-0,54	0,78	II	0,95	0,82	55°	125°
MRC	-0,72	-1,30	III	1,48	-0,87	60°	240°
MMC	4,33	-2,47	IV	4,98	-0,50	30°	330°
MAC	5,34	5,64	I	7,77	0,73	47°	47°
ARC	-2,87	-5,05	III	5,81	-0,87	60°	240°
AMC	-1,84	5,17	II	5,49	0,94	79°	101°
REC	-2,88	-2,86	III	4,05	-0,70	44°	224°
PER	-1,71	-1,11	III	2,04	-0,54	33°	213°
IRF	-4,31	2,22	II	4,85	0,46	27°	153°
IRC	-2,96	0,62	II	3,02	0,20	12°	168°
INT	-4,29	-2,75	III	5,10	-0,54	33°	213°
TIR	-2,25	-1,27	III	2,58	-0,49	29°	209°

Figura 1. Representación del mapa conductual tomada la categoría MAC como conducta criterio. Para la mejor comprensión de las figuras será necesario tener en cuenta dos aspectos: Por un lado la distribución de las coordenadas en cuatro cuadrantes anteriormente descritos (líneas de bajo grosor), y por otro, la relación significativa marcada a través de un círculo (de mayor grosor) representando el valor 1.96. Se presentan, además, las transiciones de las categorías y valores  $Z_{sum}$  prospectivos y retrospectivos, cuadrante del vector, longitud del radio, ratio Y/Radio, ángulo inicial y ángulo transformado del vector

La lógica motriz hace comprensible la ausencia de relación excitatoria hacia categorías y/o contextos de interacción de marcado componente ofensivo, como pueden ser: TIR y ARC. Esta relación es significativamente inhibitoria para los dos tipos de transiciones: la prospectiva y la retrospectiva. A partir de la categoría MAC, difícilmente ocurrirá una categoría con un contexto de interacción altamente ofensivo o un tiro de finalización a puerta. Además, como se puede observar con la presencia de la categoría INT en este cuadrante, resulta muy poco probable la activación e inhibición de interceptaciones llevadas a cabo por el equipo adversario. El contexto de interacción que representa la conducta focal MAC tiene un elevado componente de seguridad para el equipo observado cuando tiene éste la posesión del balón y ofrece grandes garantías de que la posesión del balón se pueda mantener sin que suponga riesgo de pérdida.

Con relación a la ubicación de ciertas categorías en el segundo de los cuadrantes (inhibición prospectiva y excitación retrospectiva), debemos centrarnos en la presencia de una categoría que resulta de interés. Se trata de la categoría AMC. La presencia de esta categoría a este nivel de relación refleja que el hecho de que los equipos conquisten un contexto de interacción AMC (de escasas posibilidades ofensivas) no hace sino excitar una categoría que contiene un contexto de interacción altamente defensivo, es decir, esta relación evidencia una ubicación del balón bastante retrasado dentro del espacio de juego efectivo del equipo observado para la configuración espacial de interacción de los dos equipos (MAC).

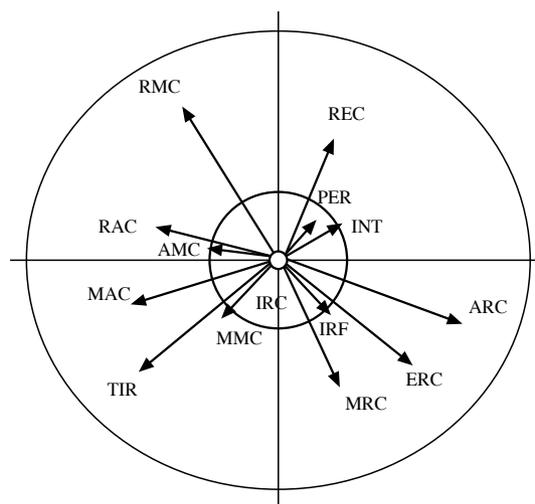
En el mapa conductual estimado a partir de la categoría MMC (Figura 2) podemos destacar los siguientes aspectos relevantes: que la categoría criterio (MMC) no tenga una relación excitatoria consigo misma, tanto desde la perspectiva prospectiva como de la retrospectiva (cuadrante I), es un hecho que en principio llama la atención. Desde el punto de vista cuantitativo la presencia de la categoría MMC durante el transcurso del juego resulta ser la más numerosa respecto a las demás categorías. A lo largo de las observaciones hemos obtenido que la traslación de esta categoría sobre el terreno de juego ha sido la más frecuente de cuantas categorías se pueden trasladar y, aun así, no se ha obtenido una transición excitatoria prospectiva consigo misma. Interpretamos que esta categoría actúa de «puente» a partir de la cual se puede acceder a prácticamente la totalidad del resto de las categorías, por lo que es muy probable que la presencia de transiciones con otras categorías menos numerosas cuantitativamente haya provocado la obtención de dichos resultados. La categoría INT, sita en el cuadrante I, tiene su justificación en la existencia múltiple de interceptaciones que se producen por imprecisiones llevadas a cabo por equipo observado y que tiene como resultado la activación de una y otra categoría, MMC y INT, en los dos sentidos (MMC=> INT y INT <= MMC).

La presencia de las categorías ARC, ERC y MRC en el cuarto de los cuadrantes describe una relación peculiar, porque las probabilidades de que a partir de la categoría MMC se obtenga alguna de estas categorías son muy altas. Tal y como refleja el mapa conductual, la categoría criterio MMC funciona como una conducta de paso hacia otras con un mayor componente ofensivo, es la categoría a conquistar para a partir de la cual poder acceder a los contextos donde las finalizaciones de las posesiones llegan a ser más eficaces. Estas transiciones excitatorias hacia las categorías ARC, ERC y MRC dan muestras del carácter de «espacio orientado» característico del fútbol, que «obliga» a los jugadores, en una dinámica general del juego, a dirigir sus posesiones del balón hacia la portería rival. Por otro lado, la categoría de interrupción re-

glamentaria a favor (IRF) que vemos aparecer en este cuarto cuadrante, entendemos se debe al gran volumen de interrupciones y faltas que se produce a nivel del contexto de interacción implicado en la categoría focal (MMC) centro del análisis.

La lógica motriz hace comprensible la ausencia de relación excitatoria hacia categorías enmarcadas en contextos de interacción donde la ubicación del balón permanece en la misma zona 'M' del espacio de juego efectivo del equipo observado, como pueden ser las categorías MAC o MMC, haciendo que esta relación sea significativamente inhibitoria para los dos tipos de transiciones. Además, observamos la presencia de otra categoría clave para el juego: TIR. El tiro a puerta no es una conducta estratégica que los equipos realicen a partir de la categoría criterio MMC.

Con relación a la ubicación de ciertas categorías en el segundo de los cuadrantes (inhibición prospectiva y excitación retrospectiva), debemos centrarnos en la presencia de las categorías RAC y RMC, por un lado, y en la categoría AMC, por otro. Con relación a las primeras, es evidente que para llegar hacia contextos intermedios marcados por la categoría MMC se tenga que partir desde contextos con mayor componente defensivo, previos en el progreso de ataque. Por otro lado, la transición AMC <= MMC implica un retroceso en la ubicación del balón respecto al equipo observa-



	PRO. X	RET. Y	Cuadrante	Radio	Y/Radio	Ángulo	Ángulo transformado
RMC	-3,02	5,11	II	5,94	0,86	59°	121°
RAC	-3,60	0,88	II	3,71	0,24	14°	166°
ERC	3,81	-3,31	IV	5,05	-0,66	41°	319°
MRC	1,79	-3,95	IV	4,34	-0,91	66°	294°
MMC	-1,63	-1,84	III	2,46	-0,75	49°	229°
MAC	-4,18	-1,19	III	4,35	-0,27	16°	196°
ARC	5,30	-2,06	IV	5,68	-0,36	21°	339°
AMC	-2,17	0,20	II	2,18	0,09	5°	175°
REC	1,55	4,08	I	4,37	0,93	68°	68°
PER	1,22	1,24	I	1,74	0,71	45°	45°
IRF	1,58	-1,76	IV	2,37	-0,74	48°	312°
IRC	-0,25	-0,95	III	0,98	-0,97	76°	256°
INT	1,73	1,21	I	2,11	0,57	35°	35°
TIR	-3,89	-3,45	III	5,20	-0,66	41°	221°

**Figura 2.** Representación del mapa conductual tomada la categoría MMC como conducta criterio. Se presentan, además, las transiciones de las categorías y valores  $Z_{sum}$  prospectivos y retrospectivos, cuadrante del vector, longitud del radio, ratio Y/Radio, ángulo inicial y ángulo transformado del vector

do pero no del equipo adversario, pues mantiene la misma configuración espacial de interacción, lo que invita pensar que no se debe llevar el balón a la zona adelantada en cualquier contexto de interacción.

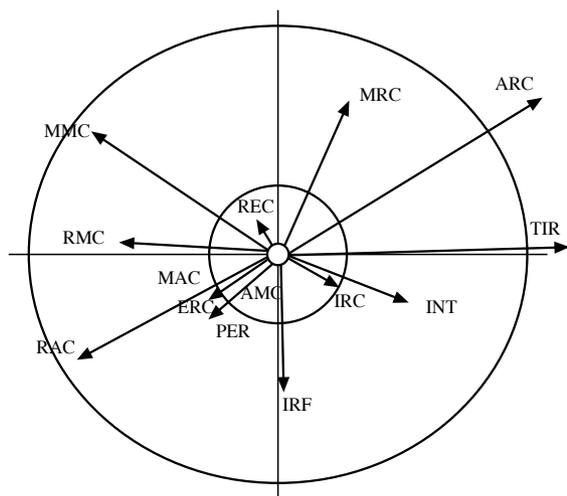
El mapa conductual estimado a partir de la categoría *MRC* (Figura 3) observamos, nuevamente, una relación excitatoria consigo misma (cuadrante I). Esto viene a reflejar la existencia de una traslación de la categoría sobre el terreno de juego. Para este mismo cuadrante I observamos una mutua excitatoriedad y de forma intensa con relación a la categoría *ARC*. La presencia de la categoría focal *MRC* permite con mayores probabilidades conseguir de forma inmediata y efectiva la categoría *ARC*, que, como ya sabemos, es una categoría de alto valor ofensivo y desde la cual, dependiendo en la zona del terreno de juego donde se produzca, permite obtener mayores opciones de finalización eficaz de las posesiones, comparada con el resto de las categorías aquí analizadas. Es importante matizar que la excitatoriedad entre ambas categorías se produce en ambos sentidos. Conseguir mediante la categoría *RMC* la categoría *RAC* es un hecho relevante, pero conseguir la categoría *RMC* a partir de la categoría *RAC* es una cuestión que no debe pasar desapercibida en la dinámica del juego, pues las interpretaciones ofensivas que se pueden extraer de esta combina-

ción son altamente positivas. En este mismo cuadrante observamos también otra categoría que no nos sorprende, el tiro a puerta realizado por el equipo observado (*TIR*). La presencia de esta categoría no hace sino corroborar la importancia adquirida por la categoría criterio *MRC* en el juego de ataque.

La presencia de las categorías *INT* y *IRF* en el cuarto de los cuadrantes describe una relación excitatoria en el plano prospectivo a partir de la categoría criterio, pero una inhibición significativa para la orientación retrospectiva. Quiere esto decir que las probabilidades de que a partir de la categoría *MRC* se obtenga una interrupción reglamentaria a favor son muy altas (en menor medida interrupciones reglamentarias en contra, *IRC*). Como ya sabemos, después de realizado el análisis secuencial, el inicio de las posesiones con balón parado desde zonas del terreno próximas a la portería rival hace aumentar las opciones de finalización con éxito. Por otro lado, la categoría de interceptación que vemos aparecer en este cuarto cuadrante, entendemos puede deberse a la siempre dificultosa tarea de creación del juego ofensivo, con amplia desventaja respecto a las labores defensivas a realizar por el equipo adversario. Esto hace inevitable la presencia de imprecisiones al equipo que se encuentra con posesión del balón con intención de construir el ataque.

La lógica motriz hace comprensible la ausencia de relación excitatoria hacia categorías enmarcadas en contextos de interacción más defensivos, como pueden ser las categorías *RAC* o *MAC*, haciendo que esta relación sea significativamente inhibitoria para los dos tipos de relaciones: la prospectiva y la retrospectiva. El contexto de interacción que contiene la categoría criterio (*MRC*) hace muy poco viable la transición hacia categorías que llevan implícitos contextos de interacción de escaso valor ofensivo.

Con relación a la ubicación de ciertas categorías en el segundo de los cuadrantes (inhibición prospectiva y excitación retrospectiva), debemos centrarnos en la presencia de las categorías *MMC* y *RMC*, pues son las únicas que son significativas (>1.96). El hecho de situarse en el cuadrante número dos refleja una cuestión relevante para la dinámica motriz del juego. Éste no es otro que el de garantizar desde el punto de vista ofensivo que las probabilidades de transformar los contextos de interacción hacia la categoría *MRC* pasa, sobre todo, por la presencia previa de categorías *MMC* y *RMC* como precedentes a la categoría focal.



	PRO. X	RET. Y	Cuadrante	Radio	Y/Radio	Ángulo	Ángulo transformado
RMC	-4,44	0,37	II	4,46	0,08	5°	175°
RAC	-6,01	-3,28	III	6,85	-0,48	29°	209°
ERC	-2,08	-1,38	III	2,49	-0,55	33°	213°
MRC	2,76	4,45	I	5,24	0,85	58°	58°
MMC	-5,40	3,91	II	6,67	0,59	36°	144°
MAC	-1,87	-1,30	III	2,28	-0,57	35°	215°
ARC	7,53	4,83	I	8,94	0,54	33°	33°
AMC	-0,15	-0,73	III	0,75	-0,98	79°	259°
REC	-0,77	1,28	II	1,50	0,86	59°	121°
PER	-2,05	-2,03	III	2,88	-0,70	44°	224°
IRF	-0,38	-4,04	III	4,06	-1,00	90°	270°
IRC	1,90	-1,02	IV	2,16	-0,48	29°	331°
INT	3,84	-1,62	IV	4,16	-0,39	23°	337°
TIR	7,99	0,31	I	8,00	0,04	2°	2°

Figura 3. Representación del mapa conductual tomada la categoría *MRC* como conducta criterio. Se presentan, además, las transiciones de las categorías y valores  $Z_{sum}$  prospectivos y retrospectivos, cuadrante del vector, longitud del radio, ratio Y/Radio, ángulo inicial y ángulo transformado del vector

Discusión

Gracias al estadístico  $Z_{sum}$  estimado en la técnica de coordenadas polares se ha conseguido una reducción drástica de datos, sin por ello perder información relevante obtenida en el análisis secuencial. Ahora bien, las transiciones entre categorías que representa el análisis de retardos se convierte en un único mapa conductual, que simboliza las relaciones existentes entre la categoría tomada como focal y el resto, categorías de apareo, que configuran el sistema taxonómico.

Los tres mapas conductuales presentados en este estudio (*MAC*, *MMC* y *MRC*) nos ha permitido conocer las diferentes orientaciones o «camino» que las posesiones del balón llevadas a cabo por el equipo en la zona media de su configuración espacial tienen en el transcurso del juego. Cabe destacar el escaso valor ofensivo que aporta la categoría *MAC* con respecto al juego de ataque, porque, como podemos comprobar en el mapa conductual configurado (Figura 1), sus relaciones la aproximan más hacia otras conductas de carácter defensivo, especialmente centrada en

la categoría RAC. Por el contrario, tenemos la categoría MRC que consideramos tiene un gran valor ofensivo, pues las relaciones reflejadas en el mapa conductual estimado (Figura 3) le acercan hacia conductas muy positivas para el juego de ataque (ARC y TIR). En medio de ambas conductas nos encontramos a la tercera de las categorías aquí analizadas, la MMC, que configura un mapa conductual (Figura 2) más diversificado al tiempo que menos definido, entendida como la categoría de transición, por donde fluye el ataque de los equipos con cierto carácter ofensivo. Esto está influenciado posiblemente por el concepto de «espacio orientado» característico del juego del fútbol, que dispone de una portería que se defiende y otro que se ataca y que se ubica en el otro lado del terreno de juego.

Cuando un equipo consigue transportar el balón hasta la zona media de su configuración espacial es preferible hacerlo considerando el contexto de interacción donde se ubica, es decir, incluyendo la interacción aportada por el equipo adversario. Las apor-

taciones de los jugadores de un mismo equipo con respecto al juego deben orientarse para conseguir contextos favorables a la fase ofensiva del juego donde se encuentran. Esto supone la acción conjunta de los jugadores del equipo que implicados en la situación deben conseguir transformar el juego hacia el contexto MR (perteneciente a la categoría MRC), que permite aumentar las probabilidades de transición hacia conductas que interesan especialmente para el juego ofensivo como puede ser el realizar un lanzamiento a puerta adversaria.

#### Agradecimientos

Este trabajo forma parte de la Investigación *Innovaciones en la evaluación de contextos naturales: Aplicaciones al ámbito del deporte*, subvencionado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, Dirección General de Investigación DGI (BSO2001-3368) y parte de financiación proveniente de fondos FEDER.

#### Referencias

- Anguera, M.T. (1985). *Establecimiento de pautas para la viabilidad de la categorización y reducción de datos en los marcos de conducta mediante la técnica de coordenadas polares*. Memoria de investigación para el acceso a cátedra (no publicada).
- Anguera, M.T. (1990). Metodología observacional. En J. Arnau, M.T. Anguera y J. Gomez Benito: *Metodología de la investigación en Ciencias del Comportamiento* (pp. 125-236). Murcia: Universidad de Murcia.
- Anguera, M.T. (1997a). From prospective patterns in behavior to joint analysis with a retrospective perspective. En *Colloque sur invitation «Méthologie d'analyse des interactions sociales»*. Paris: Université de la Sorbonne.
- Anguera, M.T. (1997b, septiembre). Complementariedad de los análisis en los diseños lag-log. En *V Congreso de Metodología de las V Ciencias Humanas y Sociales*. Sevilla: AEMCCO.
- Anguera, M.T. (1999). Hacia una evaluación de la actividad y su contexto: ¿Presente o futuro para la metodología? *Discurso de ingreso a la Real Academia de Doctores*. Barcelona: 23 de noviembre.
- Bakeman, R. y Quera, V. (1996). *Análisis de la interacción. Análisis secuencial con SDIS y GSEQ*. Madrid: RA-MA.
- Blanco Villaseñor, A., Castellano, J. y Hernández Mendo, A. (2000). Generalizabilidad de las observaciones de la acción del juego en el fútbol. *Psicothema*, 12 (suplemento 2), 81-86.
- Castellano, J. (2000). *Observación y análisis de la acción de juego en fútbol*. Tesis Doctoral no publicada: Universidad del País Vasco.
- Castellano, J. y Hernández Mendo, A. (1999). Análisis secuencial en el fútbol de rendimiento. *Psicothema*, 12 (suplemento 2), 117-121.
- Castellano, J., Hernández Mendo, A., Gómez de Segura, P., Fontetxa, E. y Bueno, I. (2000). Sistema de codificación y análisis de calidad del dato en el fútbol de rendimiento. *Psicothema*, 12(4), 635-641.
- Gorospe, G. (1999). *Observación y análisis en el tenis de individuales. Aportaciones del análisis secuencial y de las coordenadas polares*. Tesis Doctoral: Universidad del País Vasco.
- Hernández Mendo, A. y Anguera, M.T. (1998). Análisis de coordenadas polares en el estudio de las diferencias individuales de la acción de juego. En M.P. Sánchez López y M.A. Quiroga Estévez: *Perspectivas actuales en la investigación de las diferencias individuales* (pp. 84-88). Madrid: Edit. Centro de Estudios Ramón Areces.
- Hernández Mendo, A. y Anguera, M.T. (1999). Aportaciones de análisis de coordenadas polares a los deportes de equipo. En Félix Guillén García, *La Psicología del Deporte en España al final del Milenio* (pp. 169-175). Las Palmas de Gran Canaria: Servicio de Publicaciones y Producción Documental de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Hernández Mendo, A. y Anguera, M.T. (2000). Aportaciones del análisis secuencial a las acciones de juego en deportes sociomotores. En A.M. López Jiménez, J. López Ruiz y R. Moreno Rodríguez, *Actas del V Congreso de Metodología de las CC. Humanas y Sociales* (pp. 53-58). Sevilla: Ed. Kronos.
- Sackett, G.P. (1979). The Lag Sequential Analysis of Contingency and Cyclicality in Behavioral Interaction Research. En J.D. Osofsky (Eds.), *Handbook of infant development* (pp. 623-649). New York: Wiley.
- Sackett, G.P. (1980). Lag Sequential Analysis as a data Reduction Technique in Social Interaction Research. En D.B. Sawin, R.C. Hawkins, L.O. Walker y J.H. Penticuff (Eds.), *Exceptional infant. Psychosocial risks in infant-environment transactions* (pp. 300-340). New York: Brunner/Mazel.
- Sackett, G.P. (1987). Analysis of Sequential Social Interaction data: Some Issues. Recent Developments, and a Causal Inference Model. En J.D. Osofsky (Eds.), *Handbook of infant development* (pp. 855-878). New York: Wiley.