

Modificación de la técnica clásica de coordenadas polares mediante un desarrollo distinto de la retrospectividad: aplicación al tenis

Guillermo Gorospe Egaña y M. Teresa Anguera Argilaga*
Universidad del País Vasco y * Universidad de Barcelona

En este estudio se introduce una modificación del concepto de retrospectividad en el análisis de coordenadas polares. Se aplica al deporte del tenis profesional en partidos de competición a partir del instrumento elaborado por Gorospe (1999), y se contemplan los dos análisis de retrospectividad, mostrándose las diferencias obtenidas.

Retrospectivity in polar coordinates analysis: application to tennis. This study introduces a new concept of retrospectivity in polar coordinates analysis. We present an application to tennis professional sport in competition games through instrument made by Gorospe (1999). We have done both retrospectivity analysis, and show the differences between them.

Análisis de coordenadas polares: Justificación de la retrospectividad genuina

Resulta sumamente interesante la incorporación de la consideración retrospectiva en el análisis secuencial, que ha pasado por una conceptualización no homogénea.

La técnica de coordenadas polares permite efectuar una representación vectorial de la compleja red de interrelaciones que se establecen entre las distintas categorías elaboradas en una actividad y/o situación, y que, en este caso, es la práctica del tenis. Se apoya en un planteamiento de carácter secuencial de las sucesivas conductas ocurridas, complementándose una perspectiva prospectiva y otra retrospectiva. A su vez, y debido a la integración ya mencionada de las perspectivas diacrónica y sincrónica, que generarían gran volumen de resultados parciales, actúa también, de forma colateral, como técnica reductora de datos; expresado de otra forma, los valores obtenidos en probabilidades condicionales pasarán, a su vez, a constituirse en datos de un proceso de reducción que desembocará en la consecución de unos pocos parámetros indicativos sobre los cuales recaerá el peso interpretativo de los vectores que materializan el mapa interrelacional que se elabora.

Si suponemos, a modo de ilustración abreviada, el sistema de categorías {A,B,C,D,E}, se dispondrá del siguiente sistema de relaciones desde ambas perspectivas —retrospectiva y prospectiva—, y, en consecuencia, se obtendrán las siguientes matrices de valores z (tantas matrices como veces se aplica la técnica de análisis secuencial de retardos):

No obstante, cuando la técnica de coordenadas polares fue propuesta inicialmente por Sackett (1980), el planteamiento aparentemente retrospectivo era, de hecho, prospectivo, estableciéndose «de

atrás hacia delante» al considerar que bastaba invertir el rol de conducta criterio por conducta de apareo, y a la inversa. Lo podríamos ilustrar diciendo que, si en un sistema de categorías {A,B,C,D,E} interesa obtener el patrón retrospectivo de E (conducta criterio), según esta conceptualización se obtendría considerando A, B, C y D como criterio, pero contemplando sólo E como apareo. Consideramos que se trata de una *retrospectividad impropia*.

A partir de una propuesta que realizamos recientemente (Anguera, 1997), entendemos que cabe contemplar una *retrospectividad propia o genuina* a partir de la conducta criterio y «hacia atrás», considerando retardos negativos, y detectando la consistencia de acciones previas de orden n a la conducta criterio. Siguiendo la ilustración, E se consideraría conducta criterio, y A, B, C, D serían conductas de apareo, pero contemplando únicamente retardos negativos (Figura 2).

Los patrones de conducta obtenidos mediante análisis secuencial retrospectivo, de acuerdo con esta propuesta, nos proporcio-

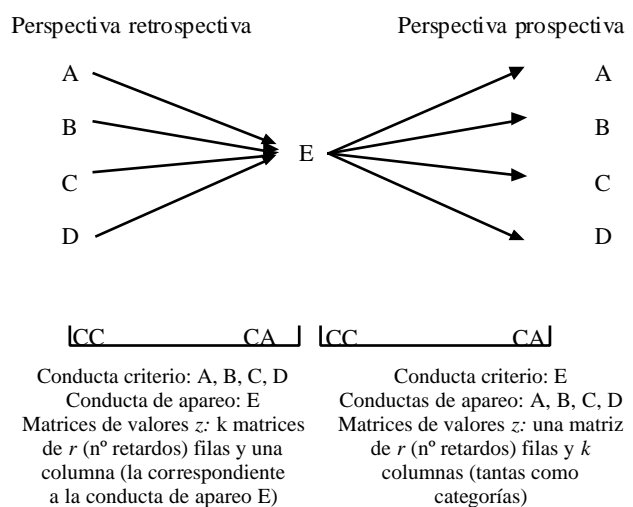


Figura 1. Análisis de coordenadas polares: esquema clásico

Correspondencia: Guillermo Gorospe Egaña
Instituto Vasco de Educación Física
Universidad del País Vasco
01007 Vitoria (Spain)
E-mail: tanguera@psi.ub.es

nan una imagen especular de cómo la última, penúltima, etc., conductas anteriores a la que se contempla como criterio guardan una relación estable entre sí, y, consiguientemente, las acciones que se desvelan como «preparatorias» a la ocurrencia de la conducta criterio, teniendo en cuenta que cada patrón de conducta estará formado exclusivamente por los códigos (de categorías, como en este caso, o de configuraciones de formatos de campo) que se revelaron excitatorios o significativos en cada uno de los retardos negativos contemplados.

A partir de los valores z hallados como índices relativos de dependencia secuencial (Bakeman, 1978) en las perspectivas prospectiva y retrospectiva se aplica una potente técnica de reducción de datos mediante el estadístico Z_{sum} descrito por Cochran (1954), que se halla al aplicar la expresión $\sum X / \sqrt{g}$, siendo X los correspondientes valores independientes cuyo volumen se pretende reducir —aquí las matrices de valores z —, y g el número de ellos. Este parámetro Z_{sum} lo aplicaron Bobbitt, Gourevitch, Miller & Jensen (1969) en el estudio de relaciones interactivas materno-filiales en primates, y Sackett (1980) en la ocurrencia de una única conducta (habla/no habla) en un grupo de sujetos asistentes a una serie de reuniones. En nuestro país se pueden hallar aplicaciones de coordenadas polares en Quera (1987), Herrero (1989), Izquierdo (1993), Hernández Mendo y Anguera (1998), Gorospe (1999) y Anguera y Losada (1999).

La técnica de Cochran (1954) se basa en el principio de que la suma de un número N de puntuaciones z independientes se distribuye normalmente, con $X = 0$ y $\sigma = \sqrt{N}$, por lo que el estadístico $Z_{sum} = \sum z / \sqrt{n}$ (siendo n el número de retardos), el cual, según Sackett (1980), permite medir la fuerza o consistencia asociativa entre diversas conductas.

En efecto, partiendo de los valores de las matrices de valores z en el número de retardos que se hayan considerado después de fijar la conducta criterio, tanto los referidos a ésta respecto a las demás conductas (perspectiva prospectiva), como en los casos en que la conducta criterio actúa como apareo (perspectiva retrospectiva), se hallan los Z_{sum} correspondientes, lo cual, mediante la elaboración de un escatergrama (representación gráfica de los valores Z_{sum}), nos muestran la existencia de dependencia excitatoria o in-

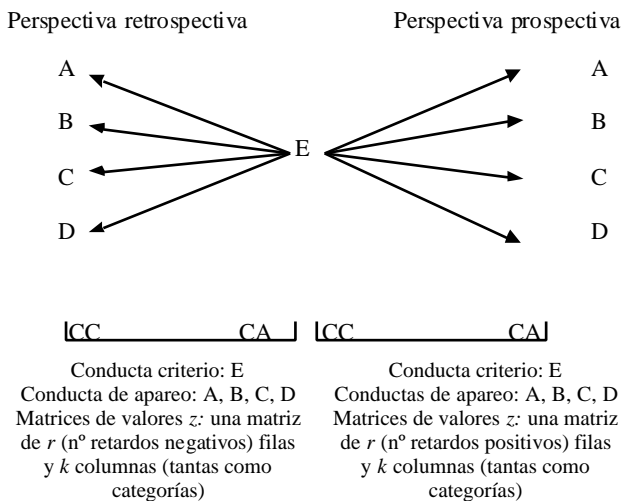


Figura 2. Análisis de coordenadas polares: esquema modificado de retrospectividad genuina

hibitoria (según que sean valores positivos o negativos, respectivamente), y de si su carácter es simétrico o asimétrico (en función del juego de los signos, que ahora comentaremos), lográndose ya una fuerte reducción de datos, que permite la obtención de una matriz de Z_{sum} de orden $k \times k$, siendo k el número de categorías (o, en su caso, de configuraciones de formatos de campo), y además permiten visualizar la relación de cada conducta con cada una de las demás (Santoyo y Anguera, 1993). Se representa esquemáticamente en la Figura 3.

Podemos disponer, por tanto, de una tabla en que tengamos la correspondencia de signos positivo o negativo entre los valores Z_{sum} de la misma categoría, pero desde las perspectivas prospectiva y retrospectiva (que serán los valores de la columna y fila sombreadas, respectivamente, de la Figura 3), tal como se indica en la Figura 4.

| Zsum de conducta focal como criterio (perspectiva prospectiva) | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E |
| Zsum de conducta focal como apareo (perspectiva retrospectiva) | | | | | |
| A | | | | | |
| B | | | | | |
| C | | | | | |
| D | | | | | |
| E | | | | | |

Figura 3. Matriz $k \times k$ de valores Z_{sum} , en la cual se han sombreado los que interesan cuando E es la conducta focal

| Perspectiva prospectiva | Perspectiva retrospectiva |
|--------------------------------|------------------------------|
| Z_{sum} criterio categoría A | Z_{sum} apareo categoría A |
| Z_{sum} criterio categoría B | Z_{sum} apareo categoría B |
| Z_{sum} criterio categoría C | Z_{sum} apareo categoría C |
| Z_{sum} criterio categoría D | Z_{sum} apareo categoría D |
| Z_{sum} criterio categoría E | Z_{sum} apareo categoría E |

Figura 4. Disposición de los valores Z_{sum} prospectivos y retrospectivos correspondientes a la conducta focal E

La técnica de coordenadas polares comporta la representación de los valores del escatergrama en forma de coordenadas polares, y por tanto mediante vectores y ángulos (aunque en este trabajo presentamos únicamente los valores numéricos). En efecto, al distribuirse las conductas en diferentes cuadrantes según el tipo de relación establecida en cada caso entre la conducta criterio y la de apareo, es posible hallar la distancia entre el origen (0,0) de coordenadas Z_{sum} v el punto de intersección (o radio), la cual corresponde a $\sqrt{X^2 + Y^2}$ (siendo X el Z_{sum} correspondiente a la conducta criterio o prospectivo, e Y el de apareo o retrospectivo), así

| | | |
|--|---|-------------------------|
| Cuadrante II [+] $180^\circ - \phi$ | Cuadrante I [++] ϕ | Z_{sum} retrospectivo |
| Cuadrante III [-] $180^\circ + \phi$ | Cuadrante IV [+] $360^\circ - \phi$ | |
| Z_{sum} prospectivo | | |

Figura 5. Caracterización de los cuadrantes y transformación del ángulo ϕ

Tabla 1
Sistema de categorías (Gorospe, 1999)

| <i>Servidor en continuidad</i> | | <i>Jugador en ruptura</i> | |
|--|--------------------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| <i>SLN</i> | <i>Servidor lateral</i> | <i>AON</i> | Ganador directo en largo |
| <i>SHN</i> | Servidor central | <i>BON</i> | Ganador directo en avance |
| <i>Restador en continuidad</i> | | <i>CON</i> | Ganador directo pasador |
| <i>RM1</i> | Restador fijo estable | <i>DON</i> | Ganador directo pasador en avance |
| <i>RM2</i> | Restador fijo en cruce | <i>SON</i> | Ganador directo en servicio |
| <i>RM3</i> | Restador fijo en avance | <i>RON</i> | Ganador directo en resto |
| <i>RK1</i> | Restador colocador estable | <i>EON</i> | Jugador en fallo largo |
| <i>RK2</i> | Restador colocador en cruce | <i>QON</i> | Jugador de avance en fallo |
| <i>RK3</i> | Restador colocador en avance | <i>GON</i> | Jugador pasador en fallo |
| <i>RUN</i> | Restador aproximador | <i>ZON</i> | Jugador pasador de avance en fallo |
| <i>Jugador de intercambio en continuidad</i> | | <i>YON</i> | Servidor en fallo |
| <i>AM1</i> | Jugador fijador estable | <i>TON</i> | Restador en fallo |
| <i>AM2</i> | Jugador fijador en cruce | <i>FON</i> | Adversario en fallo |
| <i>AM3</i> | Jugador fijador en avance | <i>WON</i> | Adversario ganador directo |
| <i>AP1</i> | Jugador colocador diagonal estable | | |
| <i>AP2</i> | Jugador colocador diagonal en cruce | | |
| <i>AP3</i> | Jugador colocador diagonal en avance | | |
| <i>AK1</i> | Jugador colocador paralelo estable | | |
| <i>AK2</i> | Jugador colocador paralelo en cruce | | |
| <i>AK3</i> | Jugador colocador paralelo en avance | | |
| <i>AUN</i> | Jugador aproximador | | |
| <i>BMN</i> | Jugador de avance fijador | | |
| <i>BPN</i> | Jugador de avance colocador diagonal | | |
| <i>BKN</i> | Jugador de avance colocador paralelo | | |
| <i>BUN</i> | Jugador de avance aproximador | | |
| <i>CUN</i> | Jugador pasador fijador | | |
| <i>CTN</i> | Jugador pasador atrasador | | |
| <i>DUN</i> | Jugador pasador de avance fijador | | |
| <i>DTN</i> | Jugador pasador de avance atrasador | | |

como el ángulo j en el cual su $\text{Arc sen} = Y/\text{radio}$, después de tener en cuenta el número de grados previos a adicionar o sustraer en función del cuadrante de que se trate, como vemos en la Figura 5.

Teniendo en cuenta los signos positivo o negativo de los respectivos valores Z_{sum} prospectivo y retrospectivo en cada cuadrante, es posible una interpretación objetiva y depurada de todos los vectores según su ubicación:

I. Conducta criterio y conducta de apareo mutuamente excitatorias.

II. Conducta criterio inhibitoria y conducta de apareo excitatoria.

III. Conducta criterio y conducta de apareo mutuamente inhibitorias.

IV. Conducta criterio excitatoria y conducta de apareo inhibitoria.

En definitiva, se pueden trazar todos los vectores correspondientes a cada uno de los códigos en relación a la conducta focal considerada, y toda categoría o configuración de formato de campo podrá considerarse como conducta focal si interesa respecto a los objetivos de la evaluación. Se incorpora así un potente instrumento que permite resolver metodológicamente los innumerables problemas planteados para buscar la totalidad de las interrelaciones entre todos los códigos de categorías o configuraciones de formatos de campo.

Aplicación al deporte del tenis

Gorospe (1999) realizó un análisis de diez partidos de tenis de individuales masculino, perteneciendo los jugadores a los cien primeros clasificados del circuito ATP 1996-97. Elaboró un instrumento en forma de sistema de categorías (Tabla 1), y aplicó la técnica de coordenadas polares desde ambas conceptualizaciones de retrospectividad.

Tabla 2
Conducta focal RK2. Valores de z_{sum} (con retrospectividad genuina) y elementos de los vectores en el bloque de categorías *Restador en continuidad*. Están en negrita los vectores significativos

| C. apareo | Z_{sum} prosp. | Z_{sum} Retros. | Cuadrante | Radio | Arc. sen ϕ | ϕ | ϕ transformado |
|------------|------------------|-------------------|-----------|-------------|-----------------|-------------|---------------------|
| AM1 | +1,94 | -0,58 | IV | 2,02 | 0,29 | 17,7 | 343,2 |
| AM2 | -0,23 | -0,10 | III | 0,25 | 0,40 | 23,3 | |
| AM3 | +0,11 | +0,49 | I | 0,50 | 0,98 | 77,7 | |
| AP1 | -1,08 | +1,55 | II | 1,89 | 0,82 | 55 | |
| AP2 | -0,11 | -0,21 | III | 0,23 | 0,89 | 62,4 | |
| AP3 | -0,76 | -0,56 | III | 0,95 | 0,59 | 36,3 | |
| AK1 | -2,30 | +0,50 | II | 2,36 | 0,21 | 12,3 | 167,7 |
| AK2 | +0,22 | +0,11 | I | 0,24 | 0,44 | 26,1 | |
| AK3 | +1,71 | -1,00 | IV | 1,98 | 0,50 | 30,2 | 329,7 |
| AUN | +1,39 | -0,97 | IV | 1,70 | 0,57 | 35 | |
| BMN | +0,36 | -0,61 | IV | 0,70 | 0,86 | 59,3 | |
| BUN | +0,48 | -0,55 | IV | 0,73 | 0,75 | 48,4 | |
| BPN | -0,84 | +0,54 | II | 1,00 | 0,54 | 32,8 | |
| BKN | -0,83 | -0,70 | III | 1,08 | 0,64 | 40 | |
| CUN | +0,15 | +1,00 | I | 1,01 | 0,99 | 81,2 | |
| DUN | +2,04 | -0,21 | IV | 2,05 | 0,10 | 5,8 | 354,2 |

Tabla 3
Comparación de resultados en la asignación de cuadrantes de vectores significativos según retrospectividad genuina y clásica (conducta focal RK2)

| Retrospectividad genuina | Retrospectividad clásica |
|--------------------------|--------------------------|
| AM1 (Cuadrante IV) | AK3 (Cuadrante IV) |
| AK1 (Cuadrante II) | |
| AK3 (Cuadrante IV) | |
| DUN (Cuadrante IV) | |

Hemos seleccionado una categoría (RK2) como conducta focal en el bloque de categorías de *Restador en continuidad*, y en la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos respecto al cuadrante en que se ubican todas las categorías en relación a la conducta focal, habiéndose considerado la retrospectividad genuina.

En la Tabla 3 se presenta una comparación de resultados referidos a la conducta focal indicada habiendo contemplado ambas

conceptualizaciones de retrospectividad. Las diferencias halladas, referidas únicamente a la conducta focal RK2, muestran cómo la retrospectividad genuina genera una red que en este caso es más completa de interrelaciones entre las categorías.

La propuesta de modificación de la técnica de coordenadas polares mediante la retrospectividad genuina entendemos que abre una nueva y prometedora vía de estudio para el futuro.

Referencias

- Anguera, M.T. (1997, April). *From prospective patterns in behavior to joint analysis with a retrospective perspective*. Colloque sur invitation «*Méthodologie d'analyse des interactions sociales*». Université de la Sorbonne. Paris.
- Anguera, M.T. y Losada, J.L. (1999). Reducción de datos en marcos de conducta mediante la técnica de coordenadas polares. En M.T. Anguera (Coord.). *Observación de la conducta interactiva en marcos naturales: Aplicaciones*. Barcelona: EUB.
- Bakeman, R. (1978). Untangling streams of behavior: Sequential analyses of observation data. In G.P. Sackett (Ed.), *Observing behavior. Vol. II: Data collection and analysis methods* (pp. 63-78). Baltimore: University Park Press.
- Bobbitt, R.A., Gourevitch, V.P., Miller, L.E. & Jensen, G.D. (1969). Dynamics of social interactive behavior: A computerized procedure for analyzing trends, patterns, and sequences. *Psychological Bulletin*, 71, 110-120.
- Cochran, W.G. (1954). Some methods for strengthening the common χ^2 tests. *Biometrics*, 10, 417-451.
- Gorospe, G. (1999). *Observación y análisis en el tenis de individuales: Aportaciones del análisis secuencial y de las coordenadas polares*. Tesis Doctoral no publicada. San Sebastián: 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 y M.A. Quiroga (Coords.), *Perspectivas actuales en la investigación psicológica de las diferencias individuales* (pp. 84-88). Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces.
- Herrero, M.L. (1989). *Incidencia de la historia personal en el comportamiento en el aula: Estudio observacional analítico*. Tesis Doctoral no publicada. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- Izquierdo, C. (1993). *Evaluación de la habilidad comunicativa de los profesores en el contexto escolar de un Centro Piloto de E.G.B.: Estudio del sistema de turno*. Tesis Doctoral no publicada. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- Quera, V. (1987). *Interacción materno-filial en los primates no-humanos*. Tesis Doctoral no publicada. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- Sackett, G.P. (1980). Lag sequential analysis as a data reduction technique in social interaction research. In D.B. Sawin, R.C. Hawkins, L.O. Walker & J.H. Penticuff (Eds.), *Exceptional infant. Psychosocial risks in infant-environment transactions* (pp. 300-340). New York: Brunner/Mazel.
- Santoyo, C. y Anguera, M.T. (1993). Evaluación ambiental: Integración de estrategias flexibles en situaciones naturales. En M. Forns y M.T. Anguera (Eds.), *Aportaciones recientes a la evaluación psicológica* (pp. 121-135). Barcelona: P.P.U.