

APLICACIÓN DEL ALGORITMO CONCOR (PEARL Y SCHULMAN, 1983) PARA LA INTERPRETACIÓN DE ESTEREOTIPOS DE COMPORTAMIENTO

Héctor R. Ferrari y Cecilia I. Catanesi

Cátedra de Etología, Fac. de Cs. Naturales y Museo, UNLP - E-Mail : hferrari@siscor.bibnal.edu.ar
y catanesi@netverk.com.ar

RESUMEN: Interpretación de estereotipos de comportamiento. En los estudios de comportamiento en cautiverio, los movimientos estereotipados (secuencias de movimientos repetitivas, atribuidas a las condiciones del confinamiento) ofrecen un problema para la interpretación de su función y para su inserción en la conducta global del individuo. El uso de matrices de transición resuelve estos inconvenientes interpretando los estereotipos como equivalentes de aquellas conductas que presentan el mismo esquema de transición. Presentamos el análisis de dos matrices: una para *Tayassu tajacu* (pecarí de collar) y otra para *Dasyprocta punctata* (agutí rojizo). En ambos casos la técnica de muestreo usada fue grupo focal durante una hora, registrando cada cinco minutos el número de individuos que desarrollaban comportamientos agrupados en categorías previamente definidas. Una vez construida la matriz de transición de pecaríes y aplicado el algoritmo CONCOR, la categoría Calesita quedó correlacionada con la categoría Movimiento, mientras que en agutíes la categoría No Observado no pudo correlacionarse con ninguna otra. Por lo tanto, esta técnica resultó útil para la identificación de una marcha estereotipada (generalmente explicada como una desviación del movimiento causada por un elemento de significancia biológica) distinguiendo este tipo de comportamientos de un error en la técnica de muestreo.

SUMMARY: Interpretation of stereotyped movements using the CONCOR algorithm (Pearl and Schulman, 1983). In the studies of animal behaviour in captivity, the stereotyped movements (repetitive sequences of movements attributed to confinement conditions) constitute a problem in the interpretation of their function and insertion in the individual behaviour. The use of a transition matrix can solve this problem because it is possible to interpret the stereotypes as equivalent to those behaviours which show the same transition pattern. We analysed two of such matrix: one for *Tayassu tajacu* (collared peccari), and other for *Dasyprocta punctata* (red agouti). In both cases, the sampling technique was focal group during one hour, recording every five minutes the number of individuals performing behaviours grouped in pre-defined categories. Once the transition matrix was built, and CONCOR algorithm applied, Carrousel category was correlated with moving category for peccaries, and Non Observed category could not be correlated with any other for agouti. Thus, this technique was useful for the identification of a stereotyped march (usually explained as a movement deviation caused by an item of biological significance) and permitted to distinguish such type of behaviour from a record-technique failure.

Palabras clave: comportamiento, estereotipo, pecarí, agutí, técnicas, metodología.

Key words: behaviour, stereotype, peccari, agouti, techniques, methodology.

INTRODUCCIÓN

En los estudios de comportamiento de mamíferos en cautiverio, los movimientos estereotipados (sucesiones repetitivas de movimientos cuya aparición se atribuye a las condiciones del encierro) presentan un obstáculo para la interpretación de su función e inserción en la conducta global del individuo (Terlouw et al., 1993).

Hediger (1964) analizó exhaustivamente la biología de los animales en cautiverio y caracterizó este tipo de conductas definiendo un conjunto de factores endógenos en la estructuración del espacio. Según este autor, bajo la influencia de ciertas condiciones de cautividad (confinamiento, aumento excesivo de las valencias, pérdida de distracciones y ocupación), pueden ocurrir cambios parciales en el patrón de espacio y tiempo que definen la actividad. Estos cambios son movimientos estereotipados fijos, que también son señal segura de un confinamiento inadecuado.

Por valencia, Hediger (op. cit.) entiende el significado biológico de un objeto o espacio para el individuo. Él considera que se trata de hipertrofias de la actividad normal y da el ejemplo de un animal de presa que, cuando su cuidador le trae carne, se comporta como si debiera cazarla. Entonces, una acción originalmente significativa —esperar por comida en un momento y lugar fijo— puede ser realizada muy frecuentemente y por mucho tiempo, a causa de la pérdida de otras posibles actividades y bajo la influencia de la tendencia a la repetición. La acción luego tiende gradualmente a simplificarse o acortarse, en el curso de las frecuentes repeticiones, y resulta en un estereotipo fijo. Siempre según este autor, esto puede llegar tan lejos, que el animal lo realice en otros momentos distintos de los de alimentación. Asimismo, Hediger indica que usualmente los estereotipos definidos por movimientos de un lugar a otro están ligados con rutas definidas de un carácter geométrico. Por ejemplo, las mismas rutas son seguidas siempre en la misma dirección.

Así, en este esquema teórico, una marcha estereotipada se explica a partir de:

1. La existencia de un elemento de valencia: un objeto, espacio o individuo con significado

biológico para el individuo que es objeto de la observación.

2. La existencia de una conducta normal de desplazamiento referida a este objeto de valencia, que se hallaría en la naturaleza (es decir, en el medio natural del individuo para el que se describe el estereotipo).

3. La existencia de una barrera física que impide esa marcha de o hacia el objeto de valencia.

4. Una tendencia a la formación de hábitos.

El tipo de situación arriba descrito se da en los animales de producción y la mayoría de los estudios sobre estos estereotipos es realizada en el marco de estudios veterinarios (Lecomte, 1968; Terlouw et al., 1991; Terlouw et al., 1993).

No obstante, los estudios realizados con animales silvestres en cautiverio también tropiezan con este tipo de conductas que, por lo general, son interpretadas suponiendo que en este caso se cumple nuevamente el marco conceptual de Hediger (op. cit.). Sin embargo, en este esquema de razonamiento, no hay manera de confirmar la suposición: la mayoría de las veces el objeto de valencia no es accesible a la observación o, en todo caso, hay objetos a los que se presupone valencia, pero no se comprueba. En otras palabras, se presume que el estereotipo observado se corresponde con una determinada conducta, modificada por el confinamiento, pero se carece de una manera de confirmar esta hipótesis.

Desde un punto de vista etodinámico (Lahitte et al., 1993) la manera de asignar significación a pautas observadas en medios similares es a partir de su situación en la secuencia global de la conducta; es decir, a partir de su matriz de transición respecto de otras pautas (ver, por ejemplo, Lehner, 1974).

Una matriz de este tipo es una matriz cuadrada de i líneas por j columnas, con $i=j=n$, siendo n el número de pautas en estudio. Cada valor i,j de la matriz, indica el número de veces en que se observó la pauta i , seguida por la pauta j , esto es la transición $i-j$.

En este trabajo proponemos que los estereotipos equivalen a aquellas conductas que presentan el mismo o similar esquema de transiciones que ellos y sugerimos el empleo del algoritmo CONCOR (Pearl y Schulman, 1983),

que fue originalmente diseñado para el estudio de comportamientos sociales. Éste consiste en la iteración de correlaciones que convergen sobre el valor +1 cuando las pautas comparadas se correlacionan con el resto de idéntica manera, y sobre el valor -1, cuando no lo hacen.

Ésta es la primera vez que se aplica este algoritmo al estudio de transiciones entre conductas con vistas a la interpretación de estereotipos. Para demostrar la utilidad de esta técnica utilizamos los resultados de estudios de comportamiento realizados en *Tayassu tajacu* (pecarí de collar) y *Dasyprocta punctata* (agutí rojizo) en cautiverio.

MATERIAL Y METODOS

Las observaciones se realizaron sobre cuatro individuos (2 machos y 2 hembras) de *T. tajacu* y 4 individuos (1 macho y 3 hembras) de *D. punctata*, en la Estación de Cría de Animales Silvestres (ECAS), partido de Berazategui, provincia de Buenos Aires. Ambos grupos fueron observados con la técnica de grupo focal (Altmann, 1974), durante períodos de una hora, registrando cada cinco minu-

tos cuántos individuos estaban realizando pautas correspondientes a cada una de las categorías predefinidas.

La elección de las pautas responde en ambos casos al esquema estados/eventos propuesto por Altmann (op. cit.). Los estados se definieron de manera que duraran en promedio al menos uno de los intervalos de cinco minutos. Los eventos se agruparon como "otros".

Para agutí, las categorías son: Descanso, Desplazamiento, Alimentación, Limpieza, Marcado, Otros (pautas relacionadas con reproducción y agonismo) y No Observado. En el caso del pecarí son: Pastorear, Comer (entendiendo por comer consumir los alimentos que entregan los cuidadores), Deambular, Calesita, Echado y Otros (pautas tales como agonismo y marcado del ambiente).

Tanto los pecaríes como los agutíes, se encontraban alojados en recintos circulares de aproximadamente 10 metros de radio, con vegetación, divididos en su diámetro por un alambrado, con una puerta de conexión que permaneció abierta durante todos los períodos de observación, de manera que los animales pudieran pasar libremente por ella.

A partir de los registros se construyeron matrices de transición (Lehner, 1974) entre los grupos de pautas para pecarí (**Tabla I**) y para agutí (**Tabla II**). En cada una de estas matrices se iteró el algo-

Tabla I: Matriz de transiciones entre grupos de pautas en pecaríes, para 55 períodos de observación de una hora cada uno.

"i" antes que "j"	Pastorear	Comer	Deambular	Calesita	Echado	Otros
Pastorear	189	9	36	57	12	12
Comer	11	353	36	1	59	26
Deambular	44	37	79	69	26	25
Calesita	59	19	71	500	69	49
Echado	12	39	25	2	511	10
Otros	17	22	30	42	13	41

Tabla II: Matriz de transiciones entre grupos de pautas en agutíes, para 20 períodos de observación.

"i" antes que "j"	Descanso	Despla.	Aliment.	Limpieza	Marcado	Otros	No obs.
Descanso	117	17	13	4	0	6	11
Desplaz.	14	55	14	2	1	2	15
Aliment.	9	19	137	1	2	4	12
Limpieza	3	1	2	1	1	0	0
Marcado	0	2	1	1	2	1	0
Otros	4	2	4	0	1	8	0
No obs.	20	15	14	0	0	1	132

ritmo CONCOR cien veces, obteniéndose en cada caso una matriz con los valores de correlación entre las pautas.

Este algoritmo se basa en una afirmación empírica que establece lo siguiente: para una matriz de j filas por k columnas, se toma la covarianza por pares de columnas y luego se repite esa operación con la matriz resultante (que será una matriz cuadrada de k filas por k columnas); repitiéndose esa operación suficiente número de veces, los valores de las matrices resultantes irán convergiendo sobre $\pm 1,0$.

Aunque Pearl y Schulman (op. cit.) no lo mencionan, estos valores también convergen sobre 0. Entonces, los elementos de la matriz van “exagerando” sus valores de modo tal que aquellos pares de columnas que se correlacionen positivamente tenderán a +1, los que lo hagan negativamente, a -1 y los que sean independientes, a 0.

Según los mismos autores, las posibilidades de que tropecemos con una matriz que no cumpla esto son muy bajas.

Para utilizarlo en comportamiento, el procedimiento es análogo. Dada una matriz de transiciones, se genera otra, donde cada elemento m_{jk} se define como sigue:

$$m = \frac{\sum_{p=1}^n [m_{pj} - M_j] [m_{pk-k}] }{\{ \sum_{p=1}^n [m_{pj} - M_j]^2 \sum_{q=1}^n [m_{qj} - M_j]^2 \}}$$

donde

$$M = \sum_{p=1}^n m_{pk} / n$$

es decir, el promedio de una columna.

La técnica consiste en aplicar este algoritmo a la primera matriz de transiciones, luego aplicarlo a la resultante y así, hasta que los valores m_{ij} converjan a ± 1 .

En su trabajo de presentación y análisis de este método, Pearl y Schulman (op. cit.) sugieren que los signos + y - de la primera iteración mimetizan bastante bien los resultados finales del CONCOR.

Aquí proponemos tomar la pendiente entre las iteraciones a partir del valor inicial y el final y calcular los valores de convergencia a partir de esta pendiente: si la centésima iteración para un par es negativa, con pendiente negativa, se considera convergente sobre -1; si es positiva, con pendiente positiva, se considera convergente sobre +1. Toda otra combinación se considera convergente sobre 0. Este método mejora el propuesto por Pearl y Schulman (op. cit.) de los signos iniciales.

RESULTADOS

Para el caso del pecarí de collar, luego de cien iteraciones, el algoritmo CONCOR segregó el par de categorías Pastorear/Comer. Aplicado luego a la matriz residual, que queda de extraer los valores del par antes mencionado, se segregaron también, en cien iteraciones, los pares Deambular/Calesita y Echado/Otros.

En el caso del agutí rojizo, las primeras cien iteraciones segregaron Descanso/Desplazamiento/Alimentación, Limpieza/Marcado/Otros no requiriéndose, en este caso, análisis de matriz residual. El bloque de No Observado arroja un valor de 1 en relación con cada uno de los demás bloques, o sea que no contiene un porcentaje muy alto de transición con aquéllos. Como estas relaciones de transición no emulan a las relaciones de ningún otro bloque, dicho bloque de No Observado no puede ser segregado de los demás porque se correlaciona de idéntica manera con todos ellos.

DISCUSIÓN

El algoritmo CONCOR agrupa los elementos según cómo se relacionan con los demás (Pearl y Schulman, op. cit.).

En el caso de pecaríes, la agrupación Deambular/Calesita significa que el esquema de transiciones de Deambular tiene su máxima similitud con el de Calesita. Deambular se observa en los animales en estudio únicamente después de que recorren el recinto realizando Pastoreo; durante Deambular el animal sólo se desplaza, mientras que en Pastoreo, se alimenta con las hierbas que crecen en el recinto, moviéndose muy poco, de una mata a otra. Antes de la entrega de comida no realizan ni Pastorear ni Deambular, sino Calesita y Comer (definido el segundo como consumir los alimentos ofrecidos por los cuidadores). La similitud Deambular/Calesita permite interpretar a este estereotipo como una marcha en busca de alimento, conclusión que se ve reforzada por su desaparición después de la entrega de comida. No es necesario aquí identificar los elementos de valencia que en este caso son accesibles al observador. La correlación entre las transiciones es suficiente.

En el análisis de las transiciones en agutíes, queda probada la potencia de esta técnica. En las primeras cien iteraciones, No Observado alcanza un valor de 1 para todas sus correlaciones: su esquema de transiciones es indiferenciable del esquema de las demás pautas. Esto indica que, mientras los individuos no eran avistados, no puede inferirse que realizaran una conducta en particular y, en conclusión, la categoría No Observado no es un grupo natural de pautas sino un artefacto del método de observación.

Así, CONCOR no “confunde” un artefacto de observación con un estereotipo: el artefacto no puede ser segregado de las demás pautas porque, probablemente, mientras no son visibles al observador, los individuos realizan algunas de las pautas correspondientes a cualquiera de las categorías definidas. Por otro lado, permite distinguir un patrón para un estereotipo, categoría que, comparada con un artefacto de observación, es un grupo natural. En pecaríes, Calesita es un típico estereotipo: una marcha circular, paralela al alambrado, en el área donde se colocaba la comida en horarios fijos. En agutíes, No Observado es un artefacto del método de registro: los individuos quedan fuera de la visión del observador, a causa de la vegetación del recinto.

Por lo tanto, cuando se aplica CONCOR sobre las matrices de transición entre pautas o grupos de pautas, ayuda a atribuir funcionalidad a los estereotipos de conducta y de esta manera construir una interpretación de ellos sin necesidad de suponer la existencia de elementos de valencia, no siempre accesibles a la observación. De esta manera, la discusión so-

bre el significado de los estereotipos se desplaza, de la suposición de efectos del encierro, a la comparación de transiciones entre conductas de funcionalidad conocida y de estereotipos pendientes de explicación. La similitud en el esquema de transiciones, sugiere una similitud en las conductas.

AGRADECIMIENTOS

Para la preparación de este trabajo, los autores contaron con los comentarios, correcciones y estímulo de la Dra. L.B.A. de Vidal Rioja, el Lic. J.J. Bianchini y el Dr. H. Blas Lahitte, sin cuyos aportes esta tarea no se habría concretado. Las investigaciones se realizaron con el sostén de una beca de entrenamiento de la CIC, y una beca de perfeccionamiento de la Universidad Nacional de La Plata. Se agradece también a dos árbitros anónimos, todas cuyas observaciones fueron incorporadas al trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- ALTMANN, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49(3-4):227-267.
- HEDIGER, H. 1964. *Wild Animal in Captivity*. Dover Publications, Inc. New York, 207 pp.
- LAHITTE, H.B.; J. HURRELL y A. MALPARTIDA. 1993. Ecología de la conducta. De la información a la acción. Ediciones Nuevo Siglo. La Plata. 189 pp.
- LECOMTE, J. 1968. Las actividades de sustitución. Pp. 129-134. *En: Psiquiatría Animal* (Brion, A. y H. Ey, directores). Siglo XXI Editores S.A., México, 614 pp.
- LEHNER, P.N. 1974. *Handbook of ethological method*. Garland STPM Press, New York, 403 pp.
- PEARL, M.C. y S.R. SCHULMAN. 1983. Techniques for the analysis of social structure in animal societies. *Advances in the Study of Behavior*, 13:107-146.
- TERLOUW, CAWIENCE e ILLIUS. 1991. Influence of feeding level and physical restriction on development of stereotype in sow. *Animal Behaviour*, 42:981-991.
- TERLOUW, WIERSMA, LAWRENCE y MacLEODS. 1993. Ingestion of food facilitates the performance of stereotypes in sows. *Animal Behaviour*, 46:939-950.