

La textura cognoscitiva del comportamiento*

José Luis Díaz**

Summary

The thesis of the present essay is that behavior constitutes an executive part of cognition since it fulfils the functions of expressing, effecting, acquiring, and modulating the flow of information between an organism and its environment, thereby serving as ecological and evolutionary adaptive homeostatic and homeorretic mechanisms. Within this context, consciousness and behavior are considered patterned processes sharing many properties and phenomenological characteristics and having the organism as their object and its adaptation to the environment as their objective. These propositions are supported by empirical results in behavioral and neural sciences and by epistemological arguments.

Behavioral units and movements, which are the fundamental notions in the structure of behavior, are endowed with informational elements of amplitude, duration and tone. Movements are coherent structures of muscular action in reference to a goal which, in turn, provides both adaptive direction and functional reward to specific movements. The "goal" of movement implies a plan constituted by cognitive factors of stating, evaluating, designing, developing, and ongoing correction of action. Moreover, movement is directed by perception, spatial representation, sensory-motor programs, and goal configuration. Therefore, more than specific muscle contractions, intentions and plans are executed in behavior and, therefore, observed during behavioral communication. This is manifested by the fact that single actions can be accomplished by different movements, but it is the analysis of movement what allows for the understanding of the functionality of actions.

Aside from the informational properties of its component units, behavior has a grammatical or melodic temporospatial structure which amplifies and organizes its cognitive pertinence. Thus, behavior occurs as sequences and amalgams of components unfolding in certain rhythms and endowed with connotative or qualitative aspects which express emotional values. Finally, beyond the content and circumstances of communication, the social structure of behavior implies the existence of cognitive factors, consciousness, and intentionality. Thus, the social structures and dynamics of many animal groups, with differential rank and role behaviors and plastic strategies of social adjustment permit to ascribe and analyze cognitive representations.

The structural process of behavior is, therefore, a manifest index of cognitive, affective, and conscious activities which allows for the attribution of mental processes to organisms according to specific characteristics of their motor performance such as repertory, temporospatial texture, quality, plasticity

and communication function. With consciousness and brain activity, behavior constitutes a body process unique in essence and multiple in manifestation.

Resumen

El comportamiento forma parte integral de la cognición en el sentido de que sirve para las funciones de expresar, efectuar, adquirir y modular la información, haciendo de intermediario entre el organismo y el medio, así como de ajustador de los estados internos. De esta manera, la conciencia y la conducta son procesos estructurados que comparten propiedades y características fenomenológicas. Al ocurrir en un organismo vivo se pueden conceptualizar como un proceso unitario que tiene como objeto al propio organismo y como objetivo su adaptación al medio ambiente. El presente trabajo tiene por objeto sustentar estas proposiciones con base en el trabajo empírico en ciencias de la conducta y en argumentaciones de orden epistemológico.

El inventario de categorías conductuales y la capacidad motriz crecen en paralelo con la encefalización y la cognición de las especies. Consecuentemente, el simple conteo de la frecuencia con que aparecen las conductas simples difiere entre los diversos estados motivacionales. La unidad conductual y el movimiento, que constituyen nociones fundamentales en la conformación de la conducta, están dotados de elementos informacionales de amplitud, duración y tono muscular. Los movimientos son estructuras coherentes de acción muscular en referencia a una meta, la cual provee tanto de una dirección adaptativa como de una función recompensadora. La meta de la acción implica un plan organizador constituido por el enunciado, la evaluación de circunstancias, el diseño y el desarrollo de la acción. El plan se modifica plásticamente durante y después de la ejecución. Además, el movimiento está dirigido por la percepción, la representación del espacio, los programas sensitivo-motores y la configuración de la meta. En la conducta se ejecutan intenciones y planes más que movimientos musculares y, en consecuencia, lo que observamos tampoco son estrictamente los movimientos sino las acciones, es decir, las metas y las intenciones. Esto se pone de manifiesto por el hecho de que una misma acción puede ejecutarse con movimientos distintos. Sin embargo, es el análisis del movimiento mismo lo que permite descomponer y reestructurar la funcionalidad de las acciones.

Además de las propiedades informacionales de sus elementos formantes, el comportamiento tiene una estructuración espaciotemporal gramatical o melódica, lo cual amplifica y organiza su campo cognoscitivo. Es así que las secuencias de la conducta tienen una configuración lingüística o melódica, además de que las unidades se presentan en ciertas amalgamas y ritmos, y están dotadas de un elemento cualitativo o connotativo que expresa su valor emocional. Finalmente, la propia integración del comportamiento de comunicación, más allá del contenido y las circunstancias de las señales y mensajes intercambiados, tiene una estructura que implica la existencia de factores cognoscitivos de conciencia e intencionalidad. Es así que la estructuración social de múltiples especies, con sus conductas diferenciadas según roles y

* El presente texto amplía el presentado el 28 de agosto de 1991 en el ciclo "Etológia Cognitiva", organizado por el seminario de la UNAM sobre Ciencia Cognitiva. El texto fue auspiciado por un donativo de la DGAPA al programa "Modelos cognitivos de la mente: investigación interdisciplinaria en ciencia cognitiva".

** Unidad de Psicobiología y Conducta. Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM e Instituto Mexicano de Psiquiatría. Calz. México Xochimilco 101, Tlalpan 14370. México, D. F.

rangos, las estrategias de ajuste de los individuos a su grupo a largo plazo, permiten la ascripción de representaciones cognoscitivas de orden social.

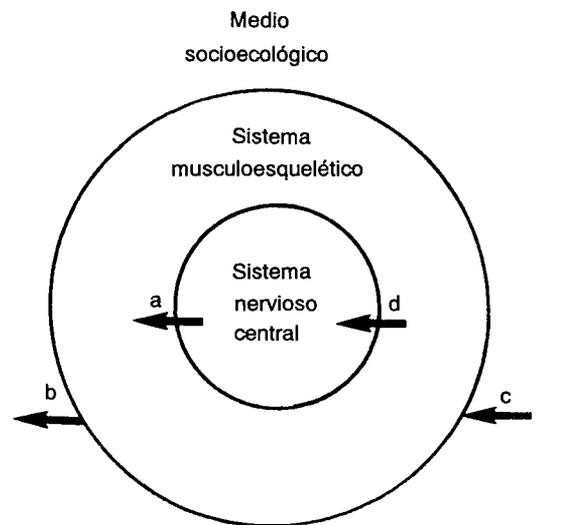
Por estas razones podemos afirmar que la conducta es un indicador patente de actividades cognoscitivas, afectivas y en general de conciencia, lo cual permite adscribir procesos mentales a los organismos biológicos en relación con características específicas de su ejecución motora, como su repertorio, textura espaciotemporal, cualidad connotativa, plasticidad y función comunicativa. La conducta, junto con la conciencia y la actividad del sistema nervioso, forma un proceso unitario en esencia y plural en manifestación.

Proceso

La idea de que el movimiento corporal y la conducta en general reflejan o expresan estados mentales parece de una validez obvia, pero dista de estar lo suficientemente analizada tanto desde el punto de vista teórico como factual. En el presente trabajo me propongo especificar algunas relaciones entre mente y conducta haciendo un análisis relativamente meticuloso de la estructura del comportamiento mostrando, paso a paso, su significado y pertinencia cognoscitivas. La idea fundamental que se deriva de este intento es que las relaciones entre mente y conducta parecen en principio bidireccionales, pero que un análisis más detallado revela su unidad cognoscitiva en términos de estructuración, propiedades y características, unidad que tiene como objeto al organismo considerado como un sistema y como objetivo la adaptación de este sistema al medio ambiente.

El término de "conducta" se utiliza en todas las ciencias para identificar *pautas de acción de sistemas íntegros*. El caso que en particular interesa a las ciencias de la mente y el comportamiento es el de los organismos biológicos dotados de sistema nervioso. En éstos el vocablo se refiere a la acción motora que resulta de la actividad muscular, acción que se manifiesta como *formas corporales en movimiento*. Debido a la intrínseca complejidad de la conducta y la notoria ambigüedad en su abordaje científico se generaron, además de múltiples niveles de análisis, diversas tendencias teóricas que pueden ser agrupadas en cuatro fundamentales. En la figura 1 aparece el diagrama de un organismo biológico con los dos sistemas fundamentales que intervienen en el comportamiento, el sistema nervioso representado por el círculo central, y el sistema musculoesquelético por el círculo externo. Una de las tendencias teóricas predominantes en las ciencias de la conducta está representada por la flecha *a*. Según esta noción, la conducta constituye la expresión de la actividad del sistema nervioso. Esta es, ciertamente, una idea de sentido común según la cual el comportamiento está causalmente determinado por ciertas funciones específicas del cerebro, algunas de las cuales, a su vez, corresponden, de manera aún no determinada, a actividades mentales. Esta sería una idea claramente favorecida tanto por la neurofisiología como por la noción de expresión de las emociones que usan los etólogos, heredada de Darwin, o los psiquiatras de orientación biomédica. La segunda tendencia,

representada por la letra *b*, considera a la conducta como acción o, incluso, como efecto del organismo sobre el medio, con lo cual el papel del sistema nervioso o de la mente se pasa por alto o se minimiza. El conductismo clásico o la ergonomía se ubican claramente en esta tendencia. En tercer lugar, y sin formar una doctrina o escuela específicas, múltiples hallazgos dispersos y algunos conceptos, como el de "reacciones de orientación" de los neurofisiólogos soviéticos, indican que la conducta se encuentra estrechamente vinculada con la percepción. En efecto, como se esquematiza por la flecha *c*, los estímulos externos e internos son buscados o evitados por movimientos, actitudes, posturas y secuencias de actos. De esta forma, la conexión entre percepción y conducta no es simplemente el constituir la entrada y salida de información al sistema nervioso sino que conforman una unidad integrada de tal manera que la percepción es modulada por el comportamiento como éste es dirigido por aquella. Finalmente, existen proposiciones y evidencias de que la conducta modula los estados cerebrales y mentales (flecha *d*, figura 1) en los fundamentos de prácticas de relajación e introspección milenarias, como en el yoga o en el zen, y en múltiples terapias "somatopsíquicas" del tipo de la bioenergética. En este inciso se puede evocar que, en su discurso de aceptación del premio Nobel, Nikko Tinbergen (1974) hizo una defensa apasionada de la terapia de Alexander, la cual, al restaurar los husos del sistema musculoesquelético, mejora notablemente las anomalías neurovegetativas y el estado de ánimo.



- | | |
|--------------|-------------------------|
| a) Expresión | c) Regulación sensorial |
| b) Acción | d) Regulación neural |

FIGURA 1. Esquema de un organismo biológico en el que se ubica el sistema nervioso central en el círculo interno, y el sistema musculoesquelético en la periferia. Las diversas teorías de la conducta se agrupan en cuatro tendencias representadas por flechas y letras. La conducta entendida como (a) *expresión* de la actividad nerviosa, (b) *acción* o efecto del organismo sobre el medio, (c) *modulación* de la percepción, y (d) *modulación* de estados psiconeurales.

Es notorio que cada una de estas cuatro posturas teóricas tiene elementos de veracidad y que la conducta sirve los cuatro propósitos de expresar, efectuar, adquirir y modular la información. Visto de esta forma, podemos afirmar que el comportamiento es un *mecanismo intermediario entre el organismo y su medio ambiente*. Es mediante la conducta que se modula la recepción y la emisión de información que conectan o, mejor dicho, unifican al sujeto con su medio. Las formas corporales en movimiento acarrear y delinear la relación del organismo con su entorno. Esta perspectiva ecológica del comportamiento viene a coincidir significativamente con la teoría ecológica de la percepción (Gibson, 1979; Turev, Solomon y Burton, 1989), que elimina el dualismo al subrayar la mutualidad del individuo y su medio. La percepción y la conducta serían los medios por los cuales el individuo mantiene contacto con su ambiente y sólo pueden ser cabalmente comprendidos en una escala ecológica de individuos y medios más que en lenguajes de estados mentales, de representación o computacionales que, si bien claramente pertinentes, vienen a resultar reduccionistas y restringidos. En efecto, los organismos viven en medios complejos y cambiantes por lo que les conciernen elecciones conductuales muy diversas cuyas consecuencias definen su estabilidad, homeostasis y, ciertamente su capacidad reproductiva, su vida misma y la adaptación propia y la de su descendencia. La conducta es un proceso que se desarrolla en el tiempo y cuyos efectos son, por un lado, mantener, cambiar y restaurar los estados internos de los organismos (McFarland, 1977) y, por otro, modular y acoplarse a las presiones ambientales (Clark, 1991). En palabras de J.R. Higgins (1980), de la Universidad de Columbia: "Las acciones o la conducta propositiva de un individuo incluyen la regulación y el control de estados o eventos internos y externos y se consideran como inextricablemente ligadas e interactuantes con el ambiente". Debo hacer notar que esta noción coincide tanto en la forma como en el contenido con las definiciones dinámicas de la conciencia que se han ofrecido desde William James. Se diría que si la conciencia es el percatarse de uno mismo y del mundo, la conducta es el instrumento que permite operar sobre el propio organismo y sobre el medio.

Categoría

La posibilidad de efectuar una descripción sistemática del comportamiento es un tema obligado para establecer su análisis formal y proponer una base empírica sólida para vincular la conducta con la cognición. Por ello no es en vano que la idea de que la conducta está constituida por bloques o unidades componentes sea común a la reflejología de Pavlov, al conductismo de Skinner y a la etología clásica (véase Thompson y Lubinski, 1986). De manera prácticamente idéntica a la idea del flujo de la conciencia de William James, existe un "flujo de la conducta" constituido por unidades relativamente identificables que ocurren en cierta secuen-

cia, combinación, ritmo y cualidad (Díaz, 1985). El analista del comportamiento espontáneo segmenta el flujo en pautas identificables. Cada una de ellas es una abstracción a la cual hay que especificarle la localización, la orientación, la topografía, las propiedades intrínsecas y los efectos físicos (Drummond, 1981). De esta manera, el conocimiento de tales unidades no es axiomático sino que debe obtenerse por métodos empíricos. En una palabra: a las unidades conductuales se llega mediante criterios para establecer clases.

Las ciencias conductuales son fundamentalmente observacionales, es decir, que dependen de la percepción sensorial y de la descripción por parte de un observador, más que de instrumentos. Esto quiere decir que el observador percibe la actividad de un organismo y la pone en palabras. La descripción libre, digamos la crónica de los eventos conductuales, fue durante años la única herramienta de ciencias como la etología. Eventualmente el análisis de las crónicas de evaluación conductual mostró regularidades en el uso de nombres y verbos que identificaban instancias o acciones relativamente específicas. Esto implicaba que podrían establecerse categorías. La transición del lenguaje informal al formal ocurrió, como suele suceder en los cambios de paradigma, de forma relativamente brusca al principio de los años setenta, y ha quedado una interfase de interés relativamente olvidada en el análisis lingüístico de las crónicas conductuales, que desemboca en el hallazgo de regularidades como el uso de nombres y verbos que identifican instancias o acciones específicas (véase Ray y Delprato, 1989). En la misma época se introdujeron dos nociones: la necesidad de estandarizar los métodos de observación mediante la definición precisa de conductas, el uso de técnicas rigurosas de muestreo y la necesidad de presentar datos cuantitativos y análisis matemáticos derivados de éstas. Esto permitió hacer descripciones lingüísticas formales en términos singulares que constituyeron categorías susceptibles de ser contadas.

La introducción de definiciones operacionales rigurosas ha sido una de las aportaciones fundamentales de la etología cuantitativa a las ciencias del comportamiento. Estas definiciones se derivan directamente de la noción de las "pautas de acción fija" y de las "unidades conductuales" de los etólogos clásicos, que son *pautas espaciotemporales de actividad muscular*, definibles por sus funciones o metas aparentes. De esta manera, las categorías conductuales no son simplemente palabras que indican movimientos, sino que significan más, ya que suponen la existencia no sólo de los elementos formales del movimiento sino de sus elementos significativos en términos adaptativos. Los límites de la disección de las supuestas unidades conductuales no han sido establecidos unívocamente y no han resultado en un etograma fijo que sería el inventario completo y estandarizado de comportamientos de una especie animal. Los investigadores prefieren hablar ya no de etogramas sino de catálogos, que son simples enumeraciones de actos distinguibles y definidos operacionalmente. Como sucede con las monografías de taxonomía sistemática, los catálogos propor-

cionan una terminología más o menos estandarizada que facilita las comparaciones. Dicha taxonomía puede ser obtenida ya no al gusto o intuición de un observador determinado, sino que puede generarse de manera rigurosa. Así, hay estimaciones del número de actos que se necesitan en un muestreo para agregar nuevas categorías al catálogo de las existentes en una especie, y métodos para calcular el tamaño del repertorio (Fagen y Goldman, 1977). La unidad conductual es, entonces, una categoría informacional que se define por tres elementos formantes: la amplitud que se presenta por una ejecución espacial, la duración y el tono muscular. La forma resultante constituye una totalidad topológica y cinética por la que se expresa un mensaje y que se ajusta, como las unidades musicales y lingüísticas, al teorema de Fourier como resultante de un número de curvas determinadas por la contracción de músculos particulares en superposición y sucesión (Díaz, 1985). La unidad conductual es, entonces, un elemento organizado del comportamiento, una unidad informacional.

Una innovación en el análisis de las unidades conductuales sobrevino cuando se estableció que los etogramas o inventarios de comportamientos utilizados incluían indistintamente términos morfológicos, como "mostrar dientes" o "levantar cejas", y términos funcionales, como "ataque" o "sonrisa" (Purton, 1978). Las diferencias entre los conceptos morfológicos y funcionales se han mostrado claramente en dos estudios virtualmente iguales sobre la conducta de presentación pudenda en primates, a la cual, por el análisis de las conductas acompañantes y la identificación de los contextos en los que ocurren, se le pueden asignar funciones muy distintas, como apaciguadoras, sumisivas, afiliativas, sexuales, solicitudes de aseo y para asear (Espinosa y Díaz, 1978 ; Hausfater y Takacs, 1987). Por estas razones se hace indispensable definir las unidades conductuales en términos estrictamente morfológicos o anatómicos para, en fases sucesivas, establecer sus metas o funciones por el análisis del contexto en el que ocurren. Es importante subrayar en este punto que la asignación funcional a las categorías morfológicas supone, al mismo tiempo, la existencia de representaciones cognoscitivas, ya que llena los requisitos informacionales para establecer tal asignación. Esto quiere decir que la sola producción de comportamientos complejos es un requisito necesario pero no suficiente para establecer actos mentales; es necesario demostrar que estos comportamientos específicos se usan de manera funcionalmente diversa en respuesta a estímulos ambientales distintos.

En relación con este punto es interesante anotar que con el tiempo se vino a poner en claro otra dificultad técnica importante en los estudios basados en categorías conductuales: la variación del acuerdo entre observadores independientes. En nuestro laboratorio hicimos alguna vez la prueba de registrar la frecuencia de aparición de una conducta específica y rígidamente definida (la postura "erguida") en la filmación de una hora de la conducta exploratoria de un ratón. Las frecuencias obtenidas por diez observadores inde-

pendientes, en la primera tanda de observación, variaron entre 12 y 121. La corrección sucesiva de la definición disminuyó la variabilidad hasta que encontramos una definición morfológica muy precisa que resultó en frecuencias de registro con variaciones aceptables. Las estadísticas para analizar las concordancias interobservador son un problema general para las ciencias morfológicas, como sucede, por ejemplo, con los diagnósticos clínicos e histopatológicos, y han sido meticulosamente delineadas (O'Connell y Dobson, 1984). Así, aunque es importante recordar que en los estudios clínicos y observacionales, los acuerdos interobservador no pueden ser perfectos (como sucede, por ejemplo, con la evaluación de reflejos y respuestas motoras en pacientes comatosos realizada por Born, Hans, Albert, Bonnal, 1987), un acuerdo interobservador muy alto es un requisito metodológico indispensable en cualquier estudio cuantitativo. Llegamos así a la conclusión de que las raíces de la partición de la conducta en unidades son de orden cognoscitivo. Esta idea puede sustentarse con el estudio de Pellegrini (1989) sobre la categoría denominada "juego brusco" aplicada a niños. Al usar métodos factoriales, análisis motivacional y entrevistas, Pellegrini encontró que la categoría podría separarse en varias subcategorías de acuerdo con sus funciones, y que las diferencias entre ellas consistían en procesamientos distintos de la información. Por último, es importante recalcar que no es probable que existan "unidades conductuales" rígidamente caracterizables y definibles. Aún las categorías anatómicas tienen variaciones sutiles y quizás innumerables. Los actos se suceden unos a otros no de una manera brusca sino que hay pautas de transformación. Con base en esta taxonomía es posible analizar diversas categorías conductuales que van desde un microuniverso constituido por movimientos simples, pasando por rubros de complejidad creciente, como actos, acciones y actividades, para desembocar en los componentes sociales de la conducta.

En cualquier caso, la disección anatómica del comportamiento y la consecutiva identificación de unidades componentes ha prohiado la evaluación cuantitativa de la conducta. Faltaría establecer, para los propósitos de este ensayo, si el análisis cuantitativo permite un mayor acercamiento a los procesos mentales que el registro puramente anecdótico o funcional. Los conteos del número de ocurrencias de determinada conducta, en un lapso determinado de tiempo, constituyen el parámetro cuantitativo de la frecuencia. El cómputo del tiempo de dicho comportamiento constituye la duración total, y la duración promedio de la conducta puede obtenerse de manera global dividiendo el tiempo total entre la frecuencia o, de manera más rigurosa, estableciendo la media y la variación de las duraciones registradas de cada instancia de la conducta. La simple medición de estos parámetros elementales puede relacionarse con estados cognoscitivos particulares. Por ejemplo, en nuestro laboratorio, J. Ramón Murillo ha observado diferencias en frecuencia y duración de múltiples conductas específicas en grupos de gatos en dos situaciones ambientales y funcionales diferentes: antes y

después del alimento. De esta manera, no sólo se usa una unidad de conducta con metas diversas en diferentes contextos ambientales, con lo cual adquiere diversas funciones, sino que la misma unidad varía en sus elementos cuantitativos de frecuencia y duración de acuerdo con diversos estados funcionales y cognoscitivos.

Movimiento

Además de la "categoría", otra noción fundamental para el análisis de la conducta es el movimiento y, en consecuencia, el problema de definir y describir cuantitativamente la variabilidad de una secuencia de movimientos corporales ha recibido una atención creciente en los últimos lustros. El análisis del movimiento muscular resulta sumamente complejo. Arend y Higgins (1976) distinguen tres órdenes de análisis, cada uno disecable en varios factores. El primer orden clasifica los movimientos de acuerdo con el *medio de ejecución* (como soporte, propulsión, absorción, corrección y suspensión), de acuerdo con su *carácter* (transporte, locomoción, estabilidad o manipulación), de acuerdo con su *tipo* (lineal, curvo, rotación, oscilatorio, repetitivo) y a su *velocidad*. El segundo orden distingue el análisis *cinemático* que valora la *dinámica* global del movimiento (desplazamiento, aceleración, relación entre partes), la *cinética* (magnitud y características de las fuerzas ejercidas), la *temporalidad*, la *forma*, el *esfuerzo* (tensión, peso) y la *cualidad* (en calificativos como "delineado", "vigoroso", "sostenido", "repentino"). El tercer orden de análisis se refiere a los *correlatos* del movimiento, sean éstos *biomecánicos* (suma de fuerzas, centro de gravedad, etc.), *kinesiológicos* (músculos involucrados y grado de contracción o extensión de cada uno) y *estratégicos*. Para Susan Higgins (1985) los movimientos son estructuras dinámicas y coherentes de acción muscular que presentan los organismos en referencia a una meta y que surgen para adaptarse a fuerzas y restricciones del medio ambiente. De esta forma, el movimiento que emerge en la evolución y la ontogenia es aquel que se adapta óptimamente a las restricciones ambientales. El movimiento es una forma dinámica que representa un equilibrio armónico dotado de una estabilidad que no está determinada solamente por las características físicas y biológicas del sujeto, sino que se define por la interacción con el medio ambiente. De hecho, las formas dinámicas de los organismos biológicos reproducen características físicas del mundo externo: las pautas de movimiento de las aletas del pez reflejan las propiedades hidrodinámicas del agua. Así, la organización del movimiento se conforma en respuesta a las demandas de la meta, a las restricciones biomecánicas y morfológicas del sistema mismo y a las del medio ambiente. La organización del movimiento tiende a la adaptación más eficiente, es decir, a la que requiere menor gasto energético, la que sea más compatible con la morfo-

logía del sistema y la que se encuentre con la menor resistencia del medio. En una palabra: la organización del movimiento, es decir, su estructura espaciotemporal, es una expresión de la solución momentánea de los aspectos interactuantes de la estructura externa, la interna, el campo de fuerzas y la meta. Susan Higgins denomina "meta" a la fuerza directiva de la organización del movimiento, aquella que provee su significado funcional y valor adaptativo. La meta es la base inherente en la organización del movimiento y tiene como sostén un *plan*. ¿En qué consiste este plan?

Una visión lineal del comportamiento, entre varias que se pueden proponer, cubriría los siguientes estadios: 1) el enunciado de la meta que incluye deseos, motivaciones y formulaciones, 2) la evaluación de la situación actual mediante el uso de la percepción, la memoria a corto plazo y el juicio, 3) el diseño del plan, en el que intervienen la memoria de largo plazo y la imaginación, 4) el desarrollo de la acción y 5) la obtención de la meta. Cabe recordar que en la conducta se dan ciclos de acción-percepción que cubren las etapas descritas de manera intercalada en vez de lineal. En efecto, desde los prolegómenos de la cibernética (Rosenbluth y Wiener, citados por Wallis, 1976, pp 209) se estableció que debe existir un sistema control de retroalimentación o *feedback* que funciona al corregir las alteraciones en el curso del movimiento, y otro sistema de control de prealimentación o *feedforward*, que usa el estado inicial y la representación de la meta para determinar su logro mediante la ejecución de un solo movimiento (véase también: Arbib, 1985).

Un organismo controla dos o más variables de su movimiento simultáneamente. Por ejemplo, para alcanzar un blanco se controlan la velocidad, la dirección y la forma, o para mantener una postura puede modificarse la tensión de diferentes grupos musculares simultáneamente. Es así que para analizar los movimientos relativamente simples de alcanzar un objeto con el brazo (Bullock y Grossberg, 1991) es necesario evaluar las longitudes de los músculos del brazo, las longitudes de los segmentos, los ángulos de las articulaciones y la posición final de la mano en el espacio. Es así que la posición de la mano está determinada por los factores anteriores, de tal forma que cada cambio en ella puede describirse en términos de cambios en las elongaciones de conjuntos de músculos. El cerebro controla indirectamente la posición de la mano controlando directamente las longitudes musculares. Para ello el sistema nervioso mide estas longitudes y compensa reactivamente los errores mediante un servomecanismo sensorial que incluye reflejos de estiramiento. En suma: la conducta intencional, que tiene como objetivo lograr ciertos efectos, está condicionada por estos. De esta forma, cuando efectuamos actos voluntarios parece que hacemos algo muy simple, pero sabemos que el control involucra la actividad coordinada de millones de sinapsis y fibras musculares. ¿Cómo logra el sistema nervioso conseguir esto?

Control

La evolución en las ideas del papel que desempeña el cerebro en el movimiento es de gran interés (véase Klivington, 1989). A principios de siglo se creía que el control motor era una jerarquía menor en la organización neural y que, por lo tanto, estaba confinado al tallo cerebral y a la médula espinal. El genial neurólogo británico Hughlings Jackson difirió de esta opinión y postuló que la corteza cerebral tenía regiones que controlaban el movimiento mediante la activación de grupos musculares dirigidos a realizar un movimiento específico. Pavlov consideró que la corteza cerebral estaba también comprometida en las tareas motoras, pero que éstas se especificaban como reflejos. Más tarde se encontraron las áreas puntuales de control motor mediante los experimentos de estimulación eléctrica de la corteza, con los cuales parecía favorecerse la idea de que la corteza motora controlaba músculos específicos, y Woolsey estableció el mapa de estos puntos. Estos hallazgos sugerían que la corteza iniciaba los movimientos mediante control de músculos más que de acciones. Sin embargo, en 1978, Kwan y col., utilizando estimulación eléctrica mucho más puntual y definida en la corteza motora, no observaron contracciones de músculos específicos sino modificaciones en las relaciones espaciales del brazo. La idea actual es que los músculos individuales están representados en zonas amplias de la corteza y que varios músculos lo están en sitios puntuales, de tal manera que la corteza programa acciones más que movimientos, lo cual viene a favorecer la hipótesis ya centenaria de Hughlings Jackson.

Un mecanismo por el cual se simplifica el control motor es el uso de señales inespecíficas que se generan en un lugar de comando y se despachan en abanico a múltiples células blanco. Esto implica que un número relativamente modesto de circuitos neuronales pueda llegar a explicar grandes porciones de la habilidad motora de los organismos superiores. La idea de "neuronas comando" para la iniciación del movimiento se conformó hace más de 40 años y se difundió ampliamente como explicación neural de la conducta. A pesar de todo ello, no se ha producido una prueba fehaciente de la existencia de tales neuronas. Es así que en una serie de experimentos diseñados para poner a prueba de manera crucial la hipótesis de la neurona comando, Robert Eaton y Randolf DiDomenico (1985), de la Universidad de Colorado, analizaron la actividad de las células de Mauthner, dos neuronas de la formación reticular pontina que inician la conducta de sobresalto y huida en diversos peces y anfibios. Los resultados obtenidos resultaron incompatibles con el concepto de neuronas comando, y los autores establecieron que había dificultades conceptuales y operacionales en el propio concepto, por lo que abogan por su desaparición. Lo que debe sustituir la idea estructural de células de comando es la de un sistema dinámico que dé origen a movimientos o conductas específicos, una noción que ha sido delineada por diversos neurocientíficos (véase Llinas y Bunge, 1978; Klivington, 1986).

Los resultados más actuales del control motor apoyan la idea de sistemas dinámicos comando en los que las neuronas motoras funcionan como una contraparte de las sensoriales que detectan las características del medio en el sentido de que no hay células corticales que inerven un sector muscular o estén programadas para un movimiento específico, sino que las neuronas descargan según las características generales del movimiento, como ángulo o dirección. Por ejemplo, en el laboratorio Philip Bard, de la Universidad Johns Hopkins (Georgopoulos, Schwartz y Kettner, 1986), se ha mostrado, mediante el registro unicelular de neuronas involucradas en la iniciación del movimiento del brazo en monos, que las células están programadas para dar la dirección al movimiento y que reciben información precisamente de la región corporal en movimiento. Esta integración neural sensitivo-motora se ha documentado en mayor detalle en los últimos años. Heiligenberg revisa esta evidencia en 1991 y destaca el hecho de que la representación del espacio sensorial ofrece también una codificación de programas motores "si la longitud y los vectores que caracterizan los movimientos en el espacio están continuamente mapeados en un registro topográfico con la representación sensorial" (p. 257). Estas evidencias implican que existe un empalme topográfico y funcional entre los campos sensoriales y el programa motor que dirige la contracción y relajación de grupos musculares precisos en referencia a una meta. ¿En que consisten ese empalme y este programa?

Curiosamente, la mejor respuesta a esta pregunta no proviene de la neurofisiología de la corteza cerebral, cuya complejidad impide por ahora su abordaje adecuado, sino de la neuroetología que ha usado organismos muy simples. En efecto, en algunos insectos se conoce en que consisten los programas motores para realizar movimientos simples, como el canto de la cigarra. En esencia se trata de frecuencias de descarga de grupos neuronales específicos que inervan músculos particulares, grupos que, aunque pueden funcionar con independencia de otros, necesitan de la llegada de información de múltiples modalidades sensoriales y somáticas. El extenso trabajo de Ewert (1985) sobre la conducta de atrapar presas, en el sapo, es muy demostrativo de la utilidad del paradigma neuroetológico. Sus resultados implican que el espacio visual está mapeado en el cerebro del sapo de forma múltiple, de tal forma que las neuronas especializadas en el reconocimiento y la localización de estímulos, muestran propiedades de ser unidades de redes funcionales. La activación de los generadores de movimiento para las acciones específicas requieren de la entrada coincidente de neuronas especializadas que forman un sistema de comando. El sistema de comando es, entonces, una interfase sensitivo-motora que integra la información sensorial, activa el sistema generador de movimiento e integra la información de los estados internos del organismo. Ahora bien, un requisito para considerar a un sistema neuronal como parte del sistema motivacional intermediario no es que induzca respuestas de las neuronas motoras directamente, sino que afecte

su probabilidad de disparo mediante cambios en su excitabilidad (Heiligenberg, 1991). Subrayo la idea de que el comando es un sistema dinámico que no corresponde a las motoneuronas, sino al intermediario o integrador de las aferencias y las eferencias, un primordio, quizás, de los sistemas de asociación e intencionalidad.

En el ser humano el programa motor debe ser de una complejidad mucho mayor ya que existen varias zonas cerebrales involucradas en el movimiento además de la corteza. En efecto, de gran interés ha resultado la evidencia de que el movimiento no se inicia en la corteza como si surgiera de la nada. La iniciación depende de influencias previas de varias zonas cerebrales particulares: una es el sistema límbico, el cual provee probablemente del aspecto afectivo que llamamos "motivación"; otra proviene de la corteza frontal premotora que se activa siempre antes de un movimiento voluntario y que constituye la parte cognoscitiva o "intencional" del movimiento; una más de la corteza de asociación en la que convergen sistemas sensoriales y que acoplan la acción motora a la percepción. Además, el cerebelo provee de la guía sensorial a la corteza motora y a los ganglios basales de componentes elementales y aprendidos. De esta forma, cada movimiento implica la orquestación adecuada de estos componentes que funcionan como un sistema (véase Enoka y Stuart, 1986; Leiner, Leiner y Dow, 1986; Klingenstein, 1989 capítulo X).

Ahora bien, en lo que se refiere a la parte más "distal" o motriz del movimiento, ha habido investigaciones que resaltan la importancia del polo muscular en la organización del movimiento, y que indican que no se trata simplemente de la desembocadura de la información proveniente del cerebro, sino que conforman, como se ha apuntado arriba repetidamente, una unidad homeorrética de *feedforward*. Hatze (1986), de la Universidad de Viena, ha definido 17 segmentos y 21 coordenadas configuracionales en un modelo del cuerpo humano para analizar la variabilidad aprendida de los movimientos iterativos, como la marcha. Hatze identifica y formaliza algunas de las causas de la variación motriz, como las perturbaciones de los sistemas musculoesquelético y nervioso, perturbaciones durante el movimiento de fuerzas externas o internas, aferencias sensoriales y los programas motores que controlan la ejecución. En el mismo sentido se encuentran las mediciones de actividad de todos los músculos individuales de la pierna durante la ejecución de un movimiento, con lo cual se han construido modelos funcionales jerárquicos del desarrollo del movimiento (Pierrynowski y Morrison, 1985). Finalmente, Hogan y Flash, del MIT (1987), han proporcionado soluciones matemáticas para los movimientos voluntarios con un objetivo específico, como tomar un objeto con la mano, soluciones que proporcionan una medida cuantitativa de la suavidad y la gracia con la que característicamente se efectúan tales movimientos e implican que los movimientos voluntarios tienden hacia una máxima suavidad en su ejecución.

Toda esta evidencia sugiere que, a pesar de que los análisis del movimiento usualmente se restringen a sus variables morfológicas o sustratos fisiológicos, la importancia de los mecanismos cognoscitivos no puede exagerarse. En cualquier movimiento intervienen la percepción espacial, la representación cognoscitiva del espacio y el control motor. Es así que utilizando a personas ciegas, E. R. Sterlow (1985), de la Universidad de California, ha mostrado la importancia de la representación perceptual y cognoscitiva en el control de la motilidad, así como las influencias del medio ambiente artificial sobre los desplazamientos y la cognición espacial. El movimiento está dirigido por estímulos visuales y no visuales, y controlado por procesos de aprendizaje espacial, planes motores y esquemas y mapas cognoscitivos. En el transcurso mismo de la acción se mantiene y se re-elabora la representación espacial de tal manera que ésta es un proceso activo. El plan se modifica al tiempo que la acción provee de nueva información. Es evidente que una gran cantidad de conductas específicas y de tiempo activo está determinada y modulada por la percepción. El simple mantenimiento de una postura involucra virtualmente todos los segmentos corporales, y requiere la integración de múltiples modalidades sensoriales, como la visual, la vestibular y la somatosensorial. De esta manera la relación entre percepción y acción dista de ser la simple entrada y salida de información según la cual el estímulo permite predecir la respuesta. La cantidad de variables que influyen en esta relación (y que están profusamente ilustrados en la revista *Perceptual and Motor Skills*) previene por el momento la construcción de un modelo apropiado que sustituya los ya existentes de estadios en cadena (Massaro, 1990).

Como último punto en la demostración de la pertinencia cognoscitiva del movimiento es necesario señalar que es en los cambios de organización del movimiento donde se observan de manera empírica las consecuencias del aprendizaje. De hecho, la evidencia completa de la escuela ginebrina de Jean Piaget indica que la modificación del acto es la parte operativa de tal aprendizaje. De esta forma, las operaciones propositivas de los organismos son las que conducen la evolución de sus operaciones mentales, y viceversa, las operaciones mentales engendran metas cada vez más elaboradas que dirigen la acción. Consecuentemente, para analizar el comportamiento de manera completa se hace necesario definir cómo se elaboran los planes de acción y cómo se estructuran las representaciones que les dan origen y se modifican por su ejecución.

Acción

La vida puede definirse por la actividad interna y externa de un organismo. Todo organismo vive con miras a la acción y actúa con miras a mantener su vida. El ejercicio de la actividad corporal es lo que constituye el proceso vital mismo y lo que establece el vínculo entre la intención y las realizaciones. Lo que se ejecuta son, estrictamente hablando, motivaciones e intenciones,

ya que las contracciones musculares suceden, en general, de forma inconsciente (Wallis, 1976). De manera complementaria podemos afirmar, como lo hicieron Buytendijk y Plessner desde los años 20 (citados por Grene, 1968), que lo que observamos en la conducta de un organismo no son movimientos musculares sino significados e intenciones. Esta idea se refuerza por el hecho de que los organismos pueden ejecutar las mismas acciones aún cuando hayan perdido las partes del cuerpo que normalmente usaban para llevarlas a efecto (véase Polanyi, 1958, pp 338). Por estas razones, en la teoría del comportamiento se distinguen los actos o las acciones de los eventos por el hecho de que los primeros están causados por procesos mentales particulares, como deseos o decisiones, y se pueden efectuar de maneras muy diversas (como escribir con la mano o con la boca) en tanto que los segundos están determinados por factores en los que no interviene la voluntad, como serían los reflejos, los acomodos o los espasmos. Ahora bien, los actos intencionales pueden distinguirse de los deliberados. Una acción deliberada es aquella que resulta de la evaluación de sus consecuencias, en tanto que hay múltiples acciones habituales, como comer, deambular o conducir un auto, que se realizan de forma semiautomática aunque dotada de diversos grados de intencionalidad (Foley, 1977). A pesar de la importancia de estas distinciones, en la filosofía de la acción es patente que en la práctica resulta muy difícil distinguir los actos por sus diversos grados de intencionalidad, y que una distinción demasiado tajante entre conductas intencionales y causales no sólo es simplista sino falsa (véase Toulmin, 1986). Sin embargo, hay algunas investigaciones que abordan este problema con métodos, podríamos decir, cognoscitivo-etológicos. Por ejemplo, Cristina Leonard, de la Universidad de Florida (citado en *Science* 253: 29, 1991), acumuló una serie de imágenes de diversos tipos de sonrisas filmadas en cuatro mujeres; cuantificó la evolución temporal de cada una y pidió a observadores que las calificaran según les hubieran complacido. Los observadores distinguieron claramente las sonrisas forzadas de las espontáneas y fue posible establecer los factores espaciales y temporales de la ejecución de estas diferencias.

Desde el punto de vista del comportamiento, la palabra *acción* denota una función específica, una operación particular en referencia al entorno, que puede ser realizada con movimientos distintos, como saltar o tomar un objeto. El otro tipo de acciones está destinado a recoger información del medio, como ver, escuchar o tocar, que acoplan la percepción con la conducta (Higgins, 1980). Las acciones, en general, están estructuradas por la percepción y destinadas a producir un resultado sobre el cual se organiza un sistema jerárquico de control (Marken, 1986). En efecto, en tanto que la ejecución puede ser analizada por la descripción y medición del movimiento corporal, la acción sólo puede definirse en referencia al contexto ambiental en el que ocurre el movimiento. Con referencia a este contexto unitario sujeto-medio, debe destacarse el hecho de que los actos voluntarios, como ciertas conductas del

trabajo físico y los contactos mano-cuerpo, tienen una duración que se ubica entre 1 y 3 segundos, lo cual viene a coincidir con lo que se llama la "ventana del presente" en términos de la conciencia. En efecto, la integración de estímulos sensoriales con programas cortos de acción, y que constituyen el campo temporal o la unidad de duración de la conciencia, se ha descrito tanto para el ritmo de lectura de la poesía como para los actos del tipo de saludar con la mano, brincar o arrojar una pelota (Feldhutter, Schleidt y Eibl-Eibesfeldt, 1990).

Ahora bien, desde el punto de vista funcional y en una elaboración conceptual del programa conductista se ha establecido que una actividad que ha resultado eficaz o satisfactoria genera una fuerza instigadora para ejecutarla, fuerza que se puede conceptualizar como un aumento en la proclividad o incentiva para desarrollarla. Esta tendencia a la acción depende de la magnitud de la fuerza instigadora. Por el contrario, si la actividad ha provocado frustración o castigo se genera una fuerza inhibitoria, una tendencia negativa que produce una resistencia a desarrollar la actividad. Es así que la ansiedad puede concebirse como una fuerza inhibitoria que retarda o bloquea la iniciación de una actividad determinada. Se asume, de esta forma, que existen tendencias motivacionales complejas que subyacen a la expresión conductual, de tal manera que la suma de las fuerzas instigadora e inhibitoria se resuelven en una tendencia que resulta en el desarrollo de una actividad, misma que se manifiesta en una fuerza consumatoria que depende del valor que asigne el sujeto a la actividad en cuestión. En esta teoría de la acción dinámica el organismo se concibe involucrado en un flujo de comportamientos cuya secuencia es el resultado de fuerzas o tendencias antagónicas y puede explicar tanto la congruencia conductual en un ambiente mutable, como los cambios de conducta en un ambiente estable, y coincide con la formulación de Clark (1991) del comportamiento dinámico en términos de maximizar o minimizar una función recompensadora final. En el lenguaje de la psicología clásica, las fuerzas instigadoras, inhibitorias y consumatorias de la acción se identificarían con estados motivacionales del individuo, a su vez dependientes de actitudes y creencias.

De esta forma, el sistema motivacional puede ser entendido como un mecanismo intermediario entre las causas (estímulos externos o internos) y los efectos (salidas conductuales) que comprenden el flujo de información en un individuo. Ciertamente, uno de los intereses centrales de los etólogos clásicos ha sido analizar las causas proximales del comportamiento en términos de la motivación. Las conclusiones generales de ese programa de investigación son: 1) que las actividades particulares sólo pueden acontecer cuando el animal se encuentra en el estado motivacional apropiado, 2) existen diferentes niveles de motivación, de tal manera que los del mismo nivel se inhiben mutuamente y los de mayor nivel predominan sobre los de nivel bajo, 3) los estados se activan por estímulos internos y externos específicos y una vez activados tienden a com-

pletarse (Barends, 1976). La jerarquía de los sistemas motivacionales, postulada desde otros ángulos por Freud, Lloyd Morgan y MacDougall, dista de estar suficientemente analizada desde la neurofisiología o teorizada desde la filosofía de la acción y la mente.

Desde hace tiempo se ha aceptado que la información sobre el resultado de una acción, sea en términos de lograr su meta o en términos de las pautas de movimiento que condujeron a ello, es crítica para el aprendizaje efectivo y constituye, de hecho, una de las variables más estudiadas del aprendizaje (Schmidt y Young, 1991). Una de las características que mejor demuestran la naturaleza cognoscitiva de la acción y la conducta es la adquisición de destreza y pericia señalada desde 1934 por Kurt Goldstein (citado por Gere, 1968, pp 263), analizada en detalle por Polanyi (1958) y actualizada por Susan Arend (1980). La destreza es la capacidad de ejecutar una acción de manera cada vez más congruente y eficaz en cualquier variedad de circunstancias. Es así que el desarrollo de la destreza se caracteriza por aprender a usar el movimiento como una herramienta cada vez más apropiada para obtener una meta. En esencia, lo que se aprende son soluciones a problemas motores, es decir, tareas. Este desarrollo implica factores cognoscitivos de entender las características del ambiente así como las del propio cuerpo y las capacidades de control sobre el movimiento que incluyen algún sistema de reglas para guiar la conducta perceptivo-motora. Podría decirse que la conducta contiene el conocimiento de la tarea aprendida sin que el agente conozca las reglas por las cuales se obtiene la tarea; un hecho extensamente analizado por Michael Polanyi en su clásico *Personal Knowledge* (1958), en el cual el autor extiende las facultades de adquisición del conocimiento a los animales al subrayar su componente activo y conductual.

Para redondear el tema de la adquisición de pericia, es interesante señalar que, además del bien conocido incremento masivo en la corteza frontal y de asociación, durante la hominización se dieron desarrollos igualmente importantes de otras estructuras cerebrales, como los ganglios basales, el tálamo y el cerebelo. En particular, el cerebelo creció desmesuradamente en las últimas etapas de la evolución del hombre, incrementándose entre tres y cinco veces en el último millón de años. Por lo que sabemos de la función del cerebelo, este incremento debe estar asociado con la adquisición de destreza manual y, quizás, de destreza intelectual. En efecto, Leiner, Leiner y Dow (1986) proponen que la habilidad manual y la intelectual se encuentran indisolublemente ligadas y que tienen como fundamento neurofisiológico la conexión de las nuevas regiones del cerebelo con la corteza de asociación y con la corteza premotora responsable de la intencionalidad.

Textura

Las categorías conductuales reconocidas, sean posturas, movimientos, actos, o acciones, no son autó-

nomas en la expresión del comportamiento sino que interactúan de forma compleja. Más que la frecuencia o la duración de los actos, las funciones del comportamiento, es decir, su significado adaptativo así como los mecanismos motivacionales y cognoscitivos, se pueden inferir de manera más precisa por el análisis de las combinaciones y, particularmente, de las secuencias de los comportamientos, es decir, por un estudio de transiciones. El organismo necesita coordinar sus acciones con los objetos y las restricciones medioambientales y de su medio interno. Esta coordinación puede requerir la ejecución en serie de ciertos actos. Es así que la respiración es un parámetro cíclico de inhalaciones y exhalaciones cuya variable de control es la concentración de oxígeno en la sangre. La locomoción constituye el caso mejor estudiado de una conducta cíclica, en particular en lo que se refiere a las diferentes marchas y sus consecuencias fisiológicas y cinéticas. Se sabe que aunque no se modifique la frecuencia o la duración de ciertas conductas, la transición entre ellas es exquisitamente sensible a los cambios del medio o al tratamiento de psicofármacos (Jones y Brain, 1985). Dada su estructura casi lingüística, el análisis matemático de la organización temporal de la conducta se ha complicado exponencialmente desde los análisis de las cadenas de Markov, los modelos estocásticos basados en la teoría de la información, el análisis espectral y la inferencia gramática. Aunque estos análisis son fundamentalmente descriptivos y no distinguen los efectos de los dos factores causales del comportamiento, los internos y los externos, pueden denotar objetivamente las agrupaciones y definen las relaciones entre conductas.

Los análisis secuenciales resultan de un gran interés ya que las frecuencias de transición, es decir, las secuencias de elemento a elemento, establecen probabilidades de orden cinemático acordes a la textura en flujo del proceso conductual. Pueden también estudiarse las probabilidades de orden superior mediante diversos procedimientos. Estos análisis deberán desembocar en una especie de análisis "gramatical" o "melódico" del comportamiento, sin que esto indique que la conducta es un lenguaje simbólico, sino que su estructuración, en tanto que es un proceso, está dotada de múltiples elementos comunes con la lengua y la música (Díaz, 1985). Como un ejemplo inédito de este tipo de análisis secuenciales, en la figura 2 se ilustra un esquema de las probabilidades de transición de las diferentes conductas de aseo individual inducidas en los ratones después de nadar durante un minuto. Nótese que las transiciones se agrupan en secuencias de primer orden, sumamente estables, de las cuales se pueden inferir "frases" o secuencias más complejas. La conducta tiene una estructura temporal de tipo gramatical y se habla de "sintaxis" al detectar organizaciones secuenciales significativas o de reglas gramaticales de la conducta (véase Slater, 1973; Berridge, Fentress y Parr, 1987).

Ahora bien, es más significativo preguntarse sobre lo que implica un estado conductual determinado que evaluar el número de veces que se presenta o incluso

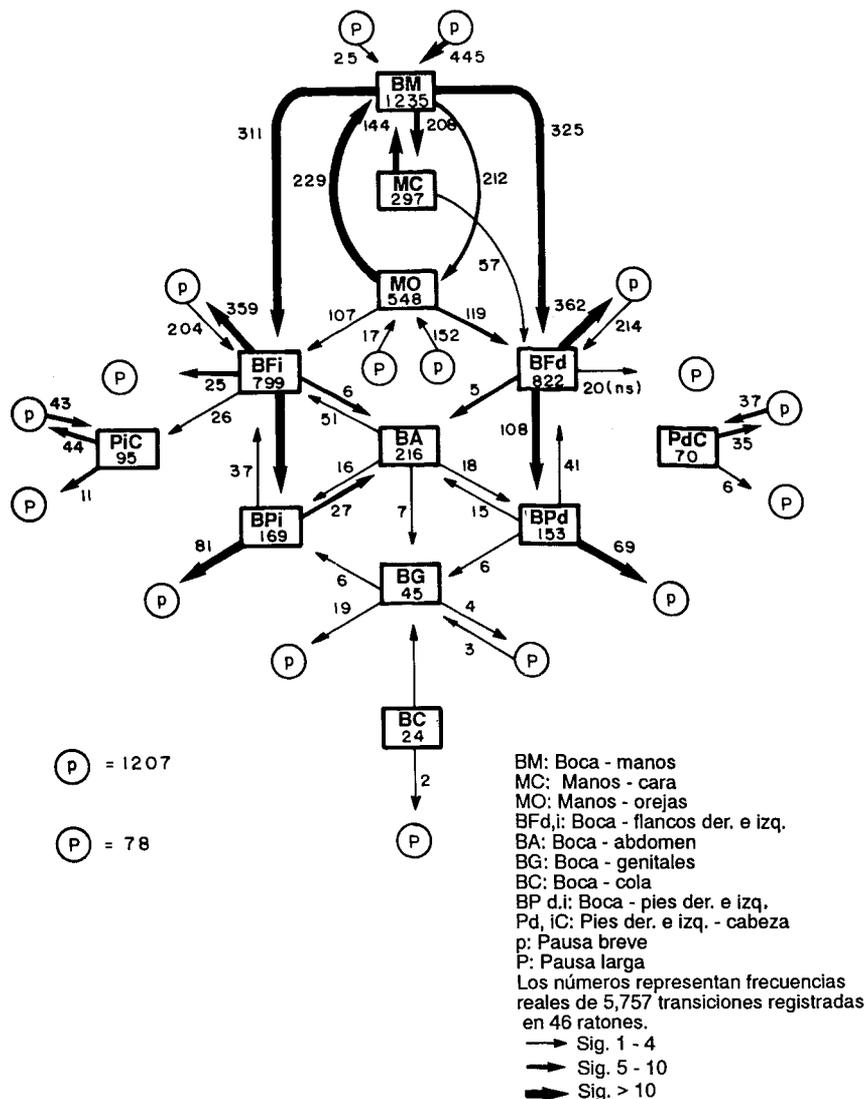


FIGURA 2. Diagrama del flujo de transición de las posturas-acciones del aseo inducido por nado en el ratón. El diagrama representa las nueve acciones del aseo, definidas por el contacto entre dos partes del cuerpo, especificadas en el ángulo inferior derecho y ubicadas en el diagrama, en una vista anatómica superior, con la cabeza del ratón arriba y la cola abajo. Las flechas representan las transiciones que resultaron significativas en un análisis de *chi* cuadrada, efectuado en la matriz de transición. Los tres grosores de las flechas indican el grado de significancia de la transición específica, y los números representan las frecuencias reales con las que se observó la transición indicada por la flecha en 5757 transiciones registradas en 46 ratones. Los detalles de la técnica han sido publicados previamente (Díaz, 1988), pero el presente diagrama se publica por primera vez. Nótese los siguientes hechos: (1) la tendencia del aseo se da en forma cefalo-caudal y unilateral, (2) la escasa transitividad mutua, es decir, la tendencia a que haya sucesiones de una acción a otra pero no de regreso, (3) el papel de las pausas momentáneas (p) como puntualizadoras de las "frases" en el sentido que pueden ocurrir en cualquier punto del aseo, (4) los rascados de la cabeza con los pies (PiC, PdC) ocurren separadamente del flujo general. Todas estas características conducen a considerar la transición del aseo como una estructura gramatical o sintáctica y cumplen, de esta forma, con una de las características esenciales de los procesos cognoscitivos.

establecer la secuencia de actos que lo conforman. Esta implicación está constituida por la *cualidad* de la expresión conductual. El hecho de que los movimientos corporales, y específicamente la cualidad de su expresión, manifesten o sugieran estados emocionales es, sin duda, la base de la danza y ha sido abordada de forma anecdótica por divulgadores de la etología como Desmond Morris. A pesar de ello, el tema sólo ha sido abordado de manera sistemática recientemente. La cualidad de los movimientos de las manos como expresión de estados afectivos fue estudiada por Wallbott (1985), y Marco de Meijer (1989) realizó un estudio sobre la posibilidad de que los observadores no entrenados coincidieran en atribuir emociones específicas a ciertos movimientos corporales e intentó establecer las características del movimiento que contribuyen a tal atribución. Cada movimiento fue especificado en siete dimensiones de localización, dirección, fuerza y velocidad. Los 85 observadores debieron cotejar cada movimiento con 12 emociones y se encontró que cada calificación de movimiento se correlacionaba con emociones específicas. Se ha reconocido que existen movimientos unificados de postura y gesto que acompañan a expresiones verbales identificadas como sinceras, verdaderas o auténticas (Winter, Widell, Truitt y George-Falvy, 1989). En este estudio se sugiere que la integración entre estados emocionales, verbales y conductuales refleja la integración de la personalidad. Estos resultados muestran que más que inferencias o atribuciones de emociones por la observación de la cualidad conductual, los observadores realizan una comprensión directa de ella.

Una de las áreas de investigación conductual en la que ha incidido de manera más trascendente el análisis de la cualidad, es la evaluación de la individualidad. Desde los inicios de esta indagación, se propuso que las diferencias interindividuales en la ejecución de la conducta podrían analizarse mejor por métodos cualitativos más que cuantitativos, y correspondió al grupo de Stevenson-Hinde, Stillwell-Barnes y Zunz (1980), en Inglaterra, definir personalidades en monos rhesus mediante el uso de adjetivos ("excitable", "confiado" y "sociable") como categorías conductuales. El grupo de Patrick Bateson, de la Universidad de Cambridge (Feaver, Mendl y Bateson, 1986), sistematizó un estudio de individualidades en gatos, basado en acuerdos interobservador con coeficientes de correlación mayores de 0.7 respecto a una serie de categorías netamente cualitativas definidas con adjetivos como "activo", "ágil", "curioso", "excitable", "hostil", etc. En nuestro laboratorio, Ana María Santillán y Ricardo Mondragón han aplicado un esquema similar para la evaluación de la individualidad en macacos.

De esta manera, desde el punto de vista de su organización espaciotemporal, la conducta está integrada por series de pautas y movimientos que se definen por su amplitud, duración y tono muscular y se presentan en cierta secuencia, combinación, ritmo y cualidad.

Sociabilidad

Más que el análisis del movimiento y la acción, la etología cognoscitiva ha enfatizado que por medio del análisis contextual de ciertas interacciones sociales, como las vocalizaciones o los gestos, es posible inferir mecanismos de intencionalidad o ciertos parámetros de la conciencia y de la inteligencia animal. Sin embargo, como veremos ahora, la propia estructuración de la conducta social requiere de la participación de factores cognoscitivos. La conducta social tiene cuatro niveles de complejidad que han sido analizados por Hinde (1976) y Díaz (1985): 1) El nivel básico de comunicación es la interacción cara a cara o el intercambio directo de señales entre dos organismos, 2) el número y cualidad de las interacciones definen una relación diádica, 3) del conjunto de relaciones en un grupo emerge una estructura social y 4) la evolución temporal de ésta constituye la sociodinámica o, si se quiere, la historia.

Es importante recordar que no sólo las interacciones cara a cara, en las que se puede reconocer una señal dirigida, constituyen el repertorio de la comunicación. Todo comportamiento puede constituir una señal aunque el sujeto no tenga la intención de transferir información. Las posturas y múltiples movimientos no dirigidos hacia los otros son señales que pueden informar sobre intenciones o estados motivacionales. Así, en las interacciones de dos seres humanos se ha encontrado que los cambios en el equilibrio de la postura constituyen señales de intención para apartarse (Lockard, Allen, Schiele y Wiemer, 1978). La interacción no sólo debe entenderse como la comunicación interindividual dentro de un grupo, sino que existe la conducta intergrupala, o sea la conducta de comunicación colectiva, en la que intervienen fenómenos de identidad social y representaciones sociales que incluyen estereotipos de grupo, atribuciones y prejuicios (Brewer y Kramer, 1985). Además, la posición social que un individuo ocupa en el seno de la sociedad general – y que se relacionan con la edad, el sexo y el rol, a los que en los seres humanos se agregan el dinero, el linaje o la reputación – se vuelve un signo de *status* dentro de los grupos y en las interacciones cara a cara.

Existen poderosos instrumentos matemáticos para analizar las interacciones. El más frecuente es la matriz sociométrica (Morgan, Simpson, Hanby, Hall-Craggs, 1975) en la cual los sujetos de un grupo se colocan en las columnas como emisores y en los renglones como receptores. Cada casilla define una diada y en ella pueden verse mediciones de alguna conducta concreta de interacción. En la tabla 1 puede apreciarse una matriz sociométrica inédita del aseo mutuo en tres tropas de macacos de nuestro laboratorio durante periodos distintos de su historia. En la matriz quedan ilustrados varios fenómenos de la cognición social que se manifiestan por la estructuración del aseo. En efecto, se puede observar que la matriz es fuertemente asimétrica, lo cual implica un flujo diferencial de la conducta, que el aseo mayoritario es ascendente en rango, lo que implica un reconocimiento de roles, un mapa cognoscitivo de las relaciones del gru-

po y una estrategia de aproximación adaptativa y, finalmente, se muestra que la matriz cambia en algunos de sus elementos durante dos fases de la misma estructura social y que varía totalmente en otra cuando la estructura de dominancia ha cambiado. Esto último manifiesta los cambios conductuales implicados en un cam-

bio de rol y rango y que se ponen en evidencia como atribuciones conductuales específicas de las diferentes posiciones sociales. Con todo ello se demuestra la cognición social por medio de la evaluación de la principal conducta de comunicación social en grupos de primates.

TABLA 1
Matriz sociométrica del aseo social en cuatro periodos de diferentes jerarquías en un grupo de 10 macacos cautivos

Receptores de aseo											
Emisores de aseo	Cr	Cn	Dj	To	Da	Pe	Ma	Vi	Li	Is	Emisión media %
<i>Carlos (Cr, macho viejo)</i>											
baja	-	76 <	109	149 >	194 <	86 >	175 >	23 >	0 <	-	101
baja	-	229 >	117 >	13	28 <	0 <	0 <	4 <	0 <	0 <	43
baja	-	150 >	42	52 >	40	74 <	7 <	41	0 <	4 <	42
baja	-	6 <	3 <	16 >	43	95 >	4	2 <	0	0 <	19
<i>Canela (Cn, hembra adulta)</i>											
alfa	32 <	-	668 >	22 <	664 >	119 >	167	0 <	5 <	-	209
alfa	233 >	-	349	12 <	537 >	9 <	518 >	12 <	37 <	12 <	191
alfa	68 >	-	430 >	3 <	331 >	390 >	390 >	20 <	14 <	66 <	191
alfa	6 <	-	490 >	0 <	785 >	197 >	197 >	1 <	35 <	181	224
<i>D. J. (Dj, macho adulto, hijo de Canela)</i>											
beta	0 <	301 >	-	0 <	504 >	0 <	130 >	0 <	0 <	-	117
beta	11 <	200	-	0 <	912 >	0 <	259 >	5 <	0 <	0 <	154
gama	12	292 >	-	97 >	24 <	498 >	14 <	0 <	0 <	0 <	104
gama	16	280 >	-	32	349 >	238 >	22 <	53	0 <	0 <	110
<i>Tomas (To, macho adulto, hijo de Bunnie)</i>											
baja	74 >	9 <	5 <	-	25 <	19 >	45 >	0	0	-	22
baja	197 >	7 <	4 <	-	57 <	340 >	0 <	478 >	5 <	1 <	121
baja	96 >	13 <	87 <	-	115	203 <	6 <	790 >	0 <	0 <	151
baja	144 >	1 <	118	-	212 <	83 <	42	610 >	0 <	0 <	134
<i>Damian (Da, macho adulto, hijo de Canela)</i>											
alfa	2 <	180	161 >	1 <	-	0 <	213 >	43 >	19 >	-	77
alfa	5 <	162	494 >	1 <	-	100 >	243 >	54 <	49	1 <	123
beta	3 <	107 <	20 <	49	-	873 >	117	78 <	58	22 <	147
alfa	50 >	238 >	114	47 >	-	336 >	190 >	45 <	55	27 <	117
<i>Pepe (Pe, macho adulto, hijo de Canela)</i>											
baja	96 >	80 >	0 <	0	41 <	-	0 <	1	0	-	27
baja	0 <	0 <	0 <	160 >	17 <	-	0 <	117 >	60 >	4	40
alfa	0 <	231 >	91 >	5	14 <	-	95 >	74	2 <	23	60
beta	16	326 >	5 <	0 <	488 >	-	28 <	29 <	1 <	11 <	100
<i>Mariana (Ma, hembra adulta, hija de Canela)</i>											
beta	205 >	1053 >	132 <	57 <	895	73 <	-	41	73 >	-	316
beta	22 >	459 >	731 >	2 <	460 <	0 <	-	58 <	190 >	230 >	239
beta	38	729 >	98 <	11 <	179	341 <	-	4 <	268 >	497 >	240
beta	13 <	453 >	49 <	74 >	537	217 <	-	2 <	223 >	463 >	226
<i>Vico, (Vi, macho juvenil, hijo de Canela)</i>											
	1 <	32	4 <	12	133 >	15	7 <	-	3	-	26
	5 <	1 <	211 >	63 >	357 >	42	17 <	-	0 <	0 <	77
	22	118	91 >	36 >	155 >	95 <	85 >	-	23	1 <	61
	3 <	24 <	110 >	20	111 <	266 >	4 <	-	1 <	0 <	60
<i>Lilia, (Li, infante, hija de Canela)</i>											
	0	6	0	0	12	0	0	0	-	-	2
	0	0	4 >	0	0	0	0	0	-	0	0
	2	7	1	2	14 >	9	1	0	-	3	4
	4	17	12	0	26	32 >	2	0	-	2	11

TABLA 1
(Continuación)

Receptores de aseo											
Emisores de aseo	Cr	Cn	Dj	To	Da	Pe	Ma	Vi	Li	Is	Emisión media %
<i>Isabel (Is, infante, hija de Mariana)</i>											
nonata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
infante	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
infante	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
infante	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recepción media %	51	217	135	30	309	39	92	14	12	—	100
	52	118	212	28	274	55	115	81	38	28	100
	33	182	96	28	97	276	71	108	41	68	100
	23	150	100	21	283	176	54	82	35	76	100

Los animales están ordenados por sus edad, en los renglones como emisores y en las columnas como receptores de aseo. Los datos representan porcentos de aseo (observado / esperado). El aseo esperado para cada casilla se calculó dividiendo el tiempo total de aseo registrado entre el número de casillas de la matriz y entre el número de individuos. Las cuatro cifras de cada casilla corresponden a cuatro épocas distintas. Las cifras superiores se obtuvieron en mayo de 1985 (0915 - 0945 hrs diarias) por un observador entrenado con cifras de acuerdo interobservador mayores de 95%. En las 10 hrs. de observación se registraron 41460 seg. de aseo social. La segunda cifra se obtuvo del 1 de julio al 11 de agosto de 1985 (1600-1700, lunes a viernes por 5 semanas) por un observador entrenado con cifras de acuerdo superiores a 95%. En las 34 horas de observación se registraron 96619 seg. de aseo social. Las terceras cifras fueron obtenidas del 12 de agosto al 23 de octubre de 1985 por el mismo observador. En las 55 horas de observación se registraron 200414 segundos de aseo social. Las figuras inferiores se obtuvieron del 24 de octubre al 21 de diciembre de 1985 por el mismo observador y el mismo horario. En las 40 horas de observación se registraron 244229 segundos de aseo social. La matriz contiene datos de 139 hrs de registro y 162 hrs de aseo. mayor que lo esperado. menor que lo esperado. (p 0.001, Chi cuadrada).

Es importante resaltar aquí que una de las relaciones interindividuales más constantes entre todas las especies animales es la jerarquía de dominancia según la cual los animales de mayor rango tienen mayor poder, influencia y prerrogativas que los de rango menor. La relación se establece por la aceptación del rango por cada quien y por la emisión de conductas diferenciales y específicas de estatus. La jerarquía de dominancia es una variable conductual de tal magnitud que altera múltiples variables fisiológicas o cerebrales y tiene tales coincidencias con las jerarquías de estatus en los grupos pequeños y establecidos de seres humanos, que se ha sugerido que estas relaciones tienen raíces evolutivas similares (Mazur, 1985).

Los análisis de la estructura social se pueden clasificar en dos grandes ramas: los enfoques multidimensionales que incluyen múltiples parámetros conductuales que se supone intervienen en la conformación del grupo, y los que delimitan el registro a una o varias conductas clave. Los enfoques multidimensionales son, por su naturaleza, sistémicos, y subrayan los aspectos funcionales o dinámicos de la organización. Uno de esos aspectos son las metas o los objetivos de la organización, alrededor de los cuales están comprometidas diferentes estrategias, sistemas de control, sistemas de coordinación y de manejo de recursos (Sirgy, 1989). En el rubro de los análisis delimitados caen algunos estudios de interacciones "complementarias" del tipo dominancia-sumisión, amenaza-apaciguamiento y crítica-defensa, con las cuales es posible obtener sociogramas a partir de los registros cuantitativos de los cuestionarios contestados por los seres humanos (Benjamin, 1974). En ocasiones es preferible utilizar una sola conducta social para modelar la estructura. Como hemos visto antes, en los primates se ha venido usando un comportamiento no agonista para

realizar estudios sociométricos: el aseo social. El grupo de los esposos Sade (Chepko-Sade, Reitz y Sade, 1989) y nuestro laboratorio ha usado diversos métodos para especificar sociogramas a partir de las redes de aseo social. Con el objeto de ilustrar la necesaria base cognoscitiva de la estructuración social en grupos de macacos, en la figura 3 se muestran los sociogramas cuantitativos correspondientes a las matrices de aseo de la matriz anterior.

En el estudio longitudinal de la estructura social de nuestros grupos de macacos cautivos describimos que hay periodos relativamente largos de preservación de una misma ordenación fundamental de los individuos y periodos cortos de una reorganización brusca. Los periodos previos a las reordenaciones se caracterizan por dinámicas de tensión creciente con puntos de bifurcación que se ajustan de una manera informal a la teoría de las catástrofes. Las reorganizaciones están siempre definidas por cambios de rango de los animales dominantes y pudimos reconocer dos dinámicas distintas en ellas: la abdicación del rango de un individuo viejo o enfermo en favor de otro más joven, como una dinámica relativamente pacífica, y la destitución de un sujeto por otro, seguida de un periodo de represión intensa. Los periodos de estabilidad están marcados por complejas dinámicas de integración y desintegración (Díaz, 1985). Simultáneamente, otros teóricos de organizaciones sociales (Gemmill y Smith, 1985) aplicaron la teoría de las catástrofes a las transformaciones de organizaciones de grupos humanos. Estos cambios en la dinámica social señalan que los animales usan estrategias de orden cognoscitivo-motor para alcanzar metas sociales incluso a muy largo plazo. De ser así, este fenómeno implicaría necesariamente la existencia de fenómenos mentales complejos, como

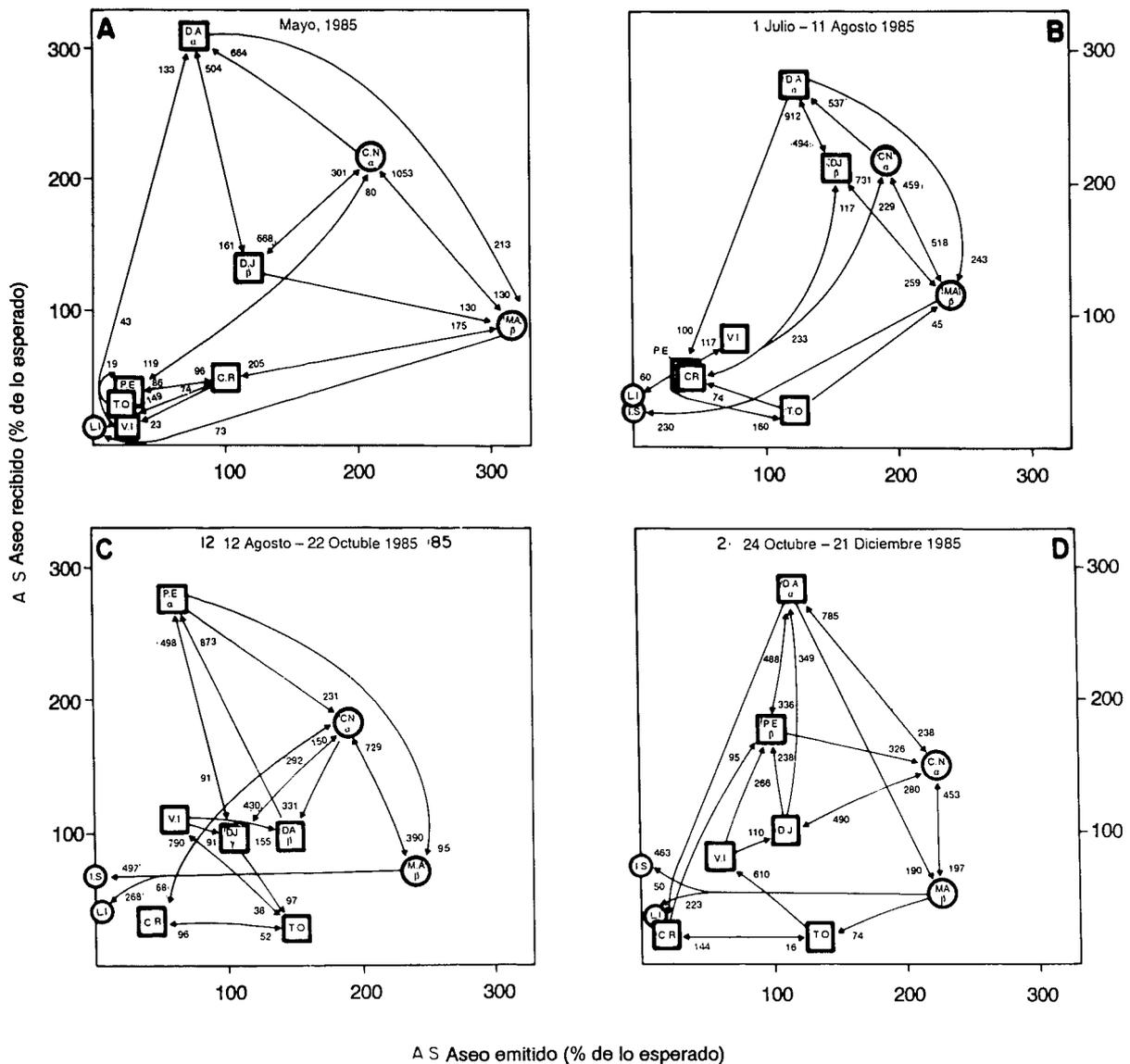


FIGURA 3. Sociogramas de la estructura social. Los cuatro sociogramas se construyeron de la misma manera a partir de los datos de la tabla 1. En las abscisas se encuentra el aseo emitido y en las ordenadas el recibido. Cada animal se ubica en el espacio de la gráfica según su aseo total emitido y recibido. Los animales se identifican por las letras iniciales que aparecen en la tabla, los machos en cuadrados y las hembras en círculos. La tasa del aseo emitido (estrategias de aproximación del individuo) y recibido (grado de atracción que ejerce sobre el resto) coloca a cada individuo en uno de los cuatro cuadrantes que resultan de la intersección de los aseos esperados (100%). El cuadrante superior derecho corresponde a los sujetos que emiten y reciben más aseo que el esperado para el grupo, y constituyen el núcleo social central en el que característicamente se ubica la hembra de mayor rango y sus allegados. El cuadrante superior izquierdo corresponde a los buenos receptores pero escasos emisores de aseo, es decir, a los animales que concentran la atención del grupo, característicamente los machos dominantes. El cuadrante inferior derecho es el de los aseadores que reciben poco aseo, en el que usualmente está una hembra subdominante. Finalmente, en el cuadrante inferior izquierdo se ubican los animales "periféricos" que emiten y reciben menos de lo esperado. Las flechas indican las direcciones significativas del aseo (*Chi* cuadrada en la matriz) y los números, el porcentaje de éstas.

Nótese las siguientes características: (1) El rango de dominancia tiene una correlación estrecha con el aseo recibido, de tal manera que los animales dominantes se encuentran en la parte superior del diagrama con el macho alfa siempre en el extremo superior; (2) el aseo es ascendente en rango; (3) el cambio de dominancia en C de PE por DA reubica a los individuos pero preserva la estructura social básica como una metaestructura, y el regreso a la situación previa en D vuelve a colocar a los sujetos en sus lugares respectivos, excepto por PE que queda como subdominante sustituyendo a DJ.

Las características generales de los sociogramas y su dinámica sugieren fuertemente que hay procesos muy elaborados de cognición social en los primates, como se especifica en el texto.

planeación, imaginación, cálculo de probabilidades de éxito, etc.

De esta manera he pretendido ejemplificar que la cognición social en animales se puede inferir no sólo de estudios observacionales y experimentales de comunicación, sino que es un fenómeno implícito de la estructuración social que se revela en cualquier análisis sistémico de interacción, relación, estructura y dinámica de los grupos.

Campo

Una de las ideas que se han introducido lentamente en la psicología en los últimos lustros es la de la unidad esencial de sus aparentemente diversos temas de estudio, en particular el comportamiento, la conciencia y el cerebro. Esta unificación implica la disolución de dicotomías de larga duración e impacto, como las dualidades mente-cuerpo, determinismo-libre albedrío, herencia-medio ambiente, organismo-medio, etc. En el mismo sentido apuntan los esfuerzos por disolver las causalidades lineales del tipo de "la mente determina al comportamiento", "el cerebro produce la mente", "los genes determinan la conducta" en conceptos funcionales integrados, es decir, en procesos complejos con líneas multicausales de comportamiento estocástico susceptibles de un análisis fenomenológico. Una idea pionera en este sentido fue ofrecida por Ernst Becker, en 1964, con la formulación de una tríada dinámica de la acción constituida por: 1) la percepción y representación del objeto, 2) el objeto considerado como punto de aplicación de acciones posibles, y 3) el poder de activación de esta conciencia sobre el sujeto que resulta en la conducta. Estos tres aspectos son, en opinión de Becker, inseparables. En el mismo sentido apuntan otras proposiciones más actuales. El campo integrado como unidad de análisis conductual (Midgley y Morris, 1988), la conformación de la conducta por la influencia conjunta de las probabilidades de respuesta del organismo, sus estados biológicos fluctuantes y los arreglos del medio en el tiempo (Thompson y Lubinski, 1986), y el "conductismoetológico", en el que la conducta se considera e interpreta en términos de las estructuras y funciones que han evolucionado o se aprenden para acoplar al animal a su nicho (Timberlake y Delamater, 1991) son ejemplos de esta tendencia.

El filósofo Stephen Toulmin (1974) ha comprendido cabalmente la necesidad de ubicar el análisis en los sistemas íntegros y en sus interacciones al afirmar, por ejemplo, que la "visión" es parte de un sistema sensitivo-motor que comprende no sólo la retina y la corteza visual, sino el globo ocular, los nervios motores del ojo y sus músculos adjuntos. En efecto, para "ver" es necesario todo el sistema, y "ver" no es solamente una percepción, es una acción. La información visual se comprende plenamente sólo en el contexto de un organismo con metas adaptativas y propósitos cognoscitivos en los que tal información contribuye decididamente y se puede analizar en el marco de las conduc-

tas moduladas por la visión (Aloimonos y Rosenfeld, 1991). En este marco teórico cobra sentido el que la estimulación eléctrica de la corteza visual primaria produzca movimientos oculares o que la inmovilización del ojo produzca una degeneración retiniana secundaria. En igual dirección apuntan los esfuerzos epistemológicos de los biólogos constructivistas chilenos, Humberto Maturana y Francisco Varela, quienes en su último libro (1987) han llegado a la conclusión de que "la cognición no se refiere a los objetos, sino que es acción efectiva" (p. 243). El cambio de enfoque que se ha dado en los últimos años dentro de la robótica refleja una concepción similar que vale la pena comentar. En efecto, según la evaluación de Brooks (1991), del MIT, los nuevos robots, en vez de simular la percepción, el modelaje, la planeación y la ejecución en serie, contienen módulos independientes que trabajan en paralelo para cumplir con dos condiciones necesarias: la *situación* concreta en el medio ambiente, que influye directamente sobre la ejecución y la *corporalidad* según la cual la acción del sistema forma parte dinámica del entorno y es captada en el acto por las "sensaciones" del robot. Estos conceptos de una ciencia concreta e ingenieril remiten inquietantemente a las nociones existenciales de los filósofos fenomenólogos de hace medio siglo. En cualquier caso, esta nueva aproximación está en deuda con la etología ("robótica conductual" la llama Brooks) e implica que, a diferencia de la inteligencia artificial tradicional, las representaciones que usa un sistema (natural o artificial) no contienen la denominación o el mapa de los objetos sino que *pueden ser definidas por interacciones con el entorno*. En analogía, un observador podría atribuir metas y creencias a un sistema sin que se requiera que éste manipule símbolos. Finalmente, Brooks asevera que para probar la inteligencia es importante construir agentes que operen en ambientes dinámicos, de tal manera que no contengan mapas extensos del mundo, sino que actúen coherentemente por la integración de sus componentes y, particularmente, sean capaces de incorporar información de su medio y actuar en consecuencia.

Una de las implicaciones más claras de esta posición teórica concierne al problema mente-cuerpo en el sentido de que integra al comportamiento en la esfera de las actividades mentales y cerebrales estableciendo con ellas un proceso unitario de múltiples manifestaciones (Díaz, 1989). Escribía F. J. J. Buytendinjk en 1925: "El cuerpo y sus formas en movimiento, diferentes para cada especie biológica, forman una unidad de la cual uno no puede afirmar que sea física o que sea mental. No se halla en ninguno de estos planos de la realidad, pero no por ello es menos real" (citado por Grene, 1968, pp 124). En efecto, el problema adquiere un nuevo significado y se vuelve más accesible cuando consideramos el "cuerpo" y su cerebro, más que como un sistema físico orgánico, como un sistema funcional y conductual de naturaleza psicofísica.

De esta forma espero haber mostrado que el comportamiento debe ser uno de los sistemas constitutivos del modelo cognoscitivo o de procesamiento de infor-

mación en los organismos vivos, ya que la conducta es un proceso cuyo diseño espaciotemporal se puede sobreponer significativamente a la conciencia, a los procesos mentales y a la función cerebral, de tal manera

que son las propiedades de la conducta las que mejor manifiestan las propiedades mentales particulares de los organismos.

REFERENCIAS

1. ALOIMONOS Y, ROSENFELD A: Computer vision. *Science* 253: 1249-1254 1991.
2. ARBIB MA: Schemas for the temporal organization of behaviour. *Human Neurobiology*, 4: 63-72, 1985.
3. AREND S: Developing the substrates of skillful movement. *Motor Skills: Theory and Practice*, 4: 3-10, 1980.
4. BERENDS GP: The functional organization of behaviour. *Animal Behaviour*, 24: 726-738, 1976.
5. BECKER E: *The Revolution in Psychiatry*, Londres: Collier & Macmillan, 1964.
6. BENJAMIN LS: Structural analysis of social behavior. *Psychological Review*, 81: 392-425, 1974.
7. BERRIDGE KC, FENTRESS JC, PARR H: Natural syntax rules control action sequence of rats. *Behavioural Brain Research*, 23: 59-68, 1987.
8. BORN JD, HANS P, ALBERT A, BONNAL J: Interobserver agreement of motor responses and brain stem reflexes. *Neurosurgery*, 20: 513-517, 1987.
9. BREWER M B, KRAMER RM: The psychology of intergroup attitudes and behavior. *Annual Review of Psychology*, 36: 219-243, 1985.
10. BROOKS RA: New approaches to robotics. *Science*, 253: 1227-1232, 1991.
11. BULLOCK D, GROSSBERG S: Adaptive neural networks for control of movement trajectories invariant under speed and force rescaling. *Human Movement Science*, 10: 3-53, 1991.
12. CHEPKO-SADE BD, REITZ KP, SADE DS: Sociometrics of *Macaca mulata* IV: Network analysis of social structure of a pre-fission group. *Social Networks*, 11: 293-314, 1989.
13. CLARK CW: Modeling behavioral adaptations. *Behavioral and Brain Sciences*, 14: 85-117, 1991.
14. DE MEIJER M: The contribution of general features of body movement to the attribution of emotions. *Journal of Nonverbal Behavior*, 13: 247-268, 1989.
15. DIAZ JL: (ed) *Análisis estructural de la conducta*, Universidad Nacional Autónoma de México, México: 1985.
16. DIAZ JL: *Psicobiología y Conducta: rutas de una indagación*. Fondo de Cultura Económica, México: 1989.
17. DRUMMOND H: The nature and description of behavior patterns. En: *Perspectives in Ethology* (Bateson, P.P.G., Klopfer, P.H., eds) vol 4. Nueva York: Plenum Press, pp 1-33, 1981.
18. EATON RC, DIDOMENICO R: Command and the neural causation of behavior: a theoretical analysis of the necessity and sufficiency paradigm. *Behavior, Brain, and Evolution*, 27: 132-164, 1985.
19. ENOKA RM, STUART DG: The contribution of neuroscience to exercise studies. *Federation Proceedings* 44: 2279-2285, 1985.
20. ESPINOSA L, DIAZ JL: Funciones de la presentación de nalgas en macacos. *Comunicación e Informática* 1978.
21. EWERT JP: Concepts in vertebrate neuroethology. *Animal Behavior* 33: 1-29, 1985.
22. FAGEN RM, GOLDMAN RN: Behavioural catalogue analysis methods. *Animal Behavior*, 25: 261-274, 1977.
23. FEAVER J, MENDEL M, BATESON P: A method for rating individual distinctiveness of domestic cats. *Animal Behavior*, 34: 1016-1025, 1986.
24. FELDHUTTER I, SCHLEIDT M, EIBL-EIBESFELDT I: Moving in the beat of seconds. Analysis of the time structure of human action. *Ethology and Sociobiology*, 11: 511-520, 1990.
25. FOLEY R: Deliberate action. *The Philosophical Review*, 86: 58-69, 1977.
26. GEMMILL G, SMITH C: A dissipative structure model of organization transformation. *Human Relations*, 8: 751-766, 1985.
27. GIBSON JJ: *The ecological approach to visual perception*. Houghton Mifflin, Boston: 1979.
28. GEORGOPOULOS AP, SCHWARTZ AB, KETTNER RE: Neuronal population coding of movement direction. *Science*, 233: 1416-1419, 1985.
29. GRENE M: *Approaches to a philosophical biology*. Basic Books, New York: 1968.
30. HATZE H: Motion variability - its definition, quantification and origin. *Journal of Motor Behavior*, 18: 5-16, 1986.
31. HAUSFATER G, TAKACS D: Structure and function of hindquarter presentations in yellow baboons (*Papio cynocephalus*). *Ethology*, 74: 297-319, 1987.
32. HEILIGENBERG W: The neural basis of behavior: a neuroethological view. *Annual Review of Neuroscience*, 14: 247-267, 1991.
33. HIGGINS JR: The analysis of human movement within the psychomotor domain: A path toward understanding the process involved in the organization of movement. En: *Motor Learning and Biomechanical Factors in Sport*. (Klarova, P., Flowers, J., eds) University of Toronto Press, pp 9-21, Toronto ;1980.
34. HIGGINS S: Movement as an emergent form: its structural limits. *Human Movement Science* 4: 119-148, 1985.
35. HOGAN N, FLASH T: Moving gracefully: quantitative theories of motor coordination. *Trends in Neurosciences*, 10: 170-174, 1987.
36. JONES SE, BRAIN PF: An illustration of simple sequence analysis with reference to the agonistic behaviour of four strains of laboratory mice. *Behavioural Processes*, 11: 365-388, 1985.
37. KLIVINGTON K: Who is in charge? The control of movement. En: *The science of mind* (Kliverington, K., ed.). MIT Press, pp 135-141, Cambridge: 1989.
38. LEINER HC, LEINER AL, DOW RS: Does the cerebellum contribute to mental skills? *Behavioral Neuroscience*, 100: 443-454, 1986.
39. LLINAS R, BUNGE M: Restricted applicability of the concept of command in neuroscience: dangers of metaphor. *Behavioral Brain Sciences*, 1: 3-39, 1978.
40. LOCKARD JS, ALLEN DJ, SCHIELE BJ, WIEMER MJ: Human postural signals: stance, weight-shifts and social distance as intention movements to depart. *Animal Behavior*, 26: 219-224, 1978.
41. MARKEN RS: Perceptual organization of behavior: A hierarchical control model of coordinated action. *Journal of Experimental Psychology Human Perception and Performance*, 12: 267-276, 1986.
42. MASSARO DW: An information-processing analysis of perception and action. En: *Relationships between perception and action* (Neumann, O., Printz, W., eds). Springer-Verlag, pp 133- 166, Berlin: 1990.
43. MATURANA HR, VARELA FJ: *The tree of knowledge: the biological roots of human understanding*. New Science Library/Shambala, Boston: 1987.
44. MAZUR A: A biosocial model of status in face-to-face primate groups. *Social Forces*, 64: 377-402, 1985.
45. MCFARLAND DJ: Decision making in animals. *Nature*, 269: 15-21, 1977.

46. MIDGLEY BD, MORRIS EK: The integrated field: an alternative to behavior-analytic conceptualization of behavioral units. *The Psychological Record*, 38: 483-500, 1988.
47. MORGAN BJT, SIMPSON MJA, HANBY JP, HALL-CRAGGS J: Visualizing interaction and sequential data in animal behaviour: Theory and application of cluster-analysis methods. *Behaviour*, 56: 1-43, 1975.
48. O'CONNELL DL, DOBSON AJ: General observer-agreement measures on individual subjects and groups of subjects. *Biometrics*, 40: 973-983, 1984.
49. PELLEGRINI AD: What is a category? The case of rough-and-tumble play. *Ethology and Sociobiology*, 10: 331-341, 1989.
50. PIERRINOWSKI MR, MORRISON JB: Estimating the muscle forces generated in the human lower extremity when walking: a physiological solution. *Mathematical Biosciences*, 75: 43-68, 1985.
51. POLANYI M: *Personal knowledge*. Harper & Row, New York: 1958.
52. PURTON AC: Ethological categories of behavior and some consequences of their conflation. *Animal Behavior*, 26: 653-670, 1978.
53. RAY RD, DELPRATO DJ: Behavioral systems analysis: Methodological strategies and tactics. *Behavioral Science*, 34: 81-126, 1989.
54. SCHMIDT RA, YOUNG DE: Methodology for motor learning: A paradigm for kinematic feedback. *Journal of Motor Behavior*, 23: 13-24, 1991.
55. SIRGY MJ: Toward a theory of social organization: a systems approach. *Behavioral Science*, 34: 272-285, 1989.
56. SLATER PJB: Describing sequences of behavior. En: *Perspectives in Ethology* (Bateson, P.P.G., Klopfer, P.H., eds) Plenum Press, pp 131-153, New York: 1973.
57. STERLOW ER: What is needed for a theory of mobility?: direct perception and cognitive maps - Lessons from the blind. *Psychological Review*, 92: 226-248, 1985.
58. STEVENSON-HINDE J, STILLWELL-BARNES R, ZUNZ M: Subjective assessment of rhesus monkeys over four successive years. *Primates*, 21: 66-82, 1980.
59. THOMPSON T, LUBINSKI D: Units of analysis and kinetic structure of behavioral repertoires. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 46: 219-242, 1986.
60. TIMBERLAKE W, DELAMATER AR: Humility, science, and ethological behaviorism. *The Behavior Analyst*, 14: 37-41, 1991.
61. TINBERGEN N: Ethology and stress diseases. *Science*, 185: 20-27, 1974.
62. TOULMIN S: Razones y causas. En: *La explicación en las ciencias de la conducta* (Selección de R. Borger y F. Cioffi). Alianza Editorial, pp 19-50, Madrid: 1974.
63. TURVEY MT, SOLOMON HY, BURTON G: An ecological analysis of knowing by wielding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 52: 387-407, 1989.
64. WALLBOTT HG: Hand movement quality: A neglected aspect of nonverbal behavior in clinical judgement and person perception. *Journal of Clinical Psychology*, 41: 345-359, 1985.
65. WALLIS R: *El tiempo, cuarta dimensión de la mente*. El Ateneo, Buenos Aires: 1976.
66. WINTER DDN, WIDELL C, TRUITT G, GEORGE-FALVY J: Empirical studies of posture-gesture mergers. *Journal of Nonverbal Behavior*, 13: 207-223, 1989.