

# Determinismo e indeterminismo de la conducta humana\*

## I. INTRODUCCION

FRANCISCO ALONSO DE FLORIDA†

El problema del determinismo-indeterminismo de la conducta humana se sobrepone en parte al viejo problema mente-cerebro. Sin embargo, con la primera denominación se circunscribe deliberadamente la discusión al tema de la causalidad de la actividad mental.

Hay en efecto un problema, porque la conducta se suele plantear como un acontecer que emana de una compleja acción integrativa del cerebro, pero las explicaciones conllevan una antinomia:

Por una parte, se visualiza a la mente reduciéndola a las leyes determinísticas que se basan en fenómenos elementales de las neuronas y de su fisicoquímica; y por la otra, se entiende como la facultad del hombre de generar su actividad como un individuo según una radical espontaneidad; es decir, el ser humano goza de la facultad de iniciar por sí mismo la serie de sus propios efectos, y la meta a que han de orientarse, de conformidad con cierto programa inteligente de decisiones.

Al plantear este problema, sin embargo, no se pretende abordarlo al nivel filosófico; más bien

se trata de esbozar algunas consecuencias o repercusiones que el problema plantea en la clínica y en la investigación. Así, la cuestión puede enfocarse dividida en tres aspectos.

a) La organización funcional del cerebro según ciertos datos de la anatomía humana normal y patológica y de la anatomía comparada.

b) La clínica de las enfermedades mentales como fuente del conocimiento de las posibilidades y limitaciones de la libertad humana en la salud y en la enfermedad y, las interacciones del individuo en su medio social.

c) Los datos de la fisiología experimental relativos a la integración nerviosa en animales y en el ser humano, que apoyan la idea del cerebro como "máquina del pensamiento" en la cual, sin embargo, hay dispositivos para la expresión y ejecución del libre albedrío.

Veremos en este simposio algo de estos aspectos; valgan al menos las preguntas inquietantes que se plantean, que ciertamente han sido un reto a la inteligencia de todos los tiempos, pero que la ciencia y la filosofía actual han acometido con renovado interés, alentadas tal vez por la madura actitud moderna —en la segunda mitad de nuestro siglo— al enfrentarse a los grandes temas de la vida. En efecto, me atrevo a decir que la vida y la conciencia, en todas sus dimensiones, son el tema de nuestro tiempo.

\* Presentado en la sesión ordinaria de la Academia Nacional de Medicina, celebrada el 7 de marzo de 1979.

† Académico titular. Instituto de Investigaciones Biomédicas. Universidad Nacional Autónoma de México.

## II. CONSIDERACIONES SOBRE EL ENFOQUE DETERMINISTA DE LA EVOLUCIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO

DIONISIO NIETO

Según Paulette Février<sup>1</sup> una teoría física será llamada determinista cuando, partiendo del conocimiento supuesto de los resultados de ciertas mediciones iniciales, sea posible prever con certeza el resultado de cualquier medición ulterior. Esta definición no es bastante estricta y debe ser precisada por las dos siguientes. Se dirá que una teoría contiene un determinismo aparente, cuando sea determinista de hecho; es decir, cuando —en virtud de los postulados y reglas de razonamiento de la teoría— se puedan indicar mediciones tales que, si son efectuadas, las previsiones concernientes a cualquier resultado de una medición ulterior sean previsiones ciertas.

Se dirá que una teoría contiene un determinismo oculto, cuando sea determinista en principio sin ser determinista de hecho. Esto quiere decir que: 1. si se suponen conocidos los resultados de ciertas mediciones iniciales, es posible prever con certeza el resultado de cualquier medición ulterior; 2. los postulados y reglas de razonamiento de la teoría autorizan a hacer estas suposiciones; 3. pero no se puede indicar un procedimiento de medición que suministre efectivamente los resultados de las mediciones que se han hecho intervenir en los razonamientos conocidos.

Una teoría será llamada indeterminista cuando no pueda indicar mediciones tales que, partiendo de su resultado, sea posible prever con certeza el resultado de cualquier medición ulterior. Esta definición no es suficientemente estricta y debe ser precisada por las dos siguientes.

Una teoría será llamada indeterminista de hecho, cuando no se puedan indicar mediciones tales que, partiendo de sus resultados, sea posible prever con certeza el resultado de cualquier medición ulterior.

Una teoría será llamada esencialmente indeterminista, cuando sea indeterminista en principio; es decir, cuando se pueda mostrar, a partir de los postulados y de las reglas de razonamiento de la teoría, que es imposible, cualquiera que sea la medición supuestamente efectuada, prever con certeza el resultado de cualquier medición ulterior.

Referir la verificación del determinismo a los resultados de la medición, los cuales obtienen su significación de las teorías, es expresar el orden mismo en que es preciso examinar las diversas ciencias. Indudablemente hay que empezar por aquellas ciencias en las cuales el empleo de los métodos matemáticos y axiomáticos revele un avanzado grado de madurez

teórica. En primer lugar está la física teórica. Después se encuentran otras ciencias en las cuales la medida pueda tener resultados que se conecten deductivamente. Entonces, para esta ciencia el problema del determinismo se planteará conjuntamente con el problema de la posibilidad de tener una forma teórica sin la cual el primero carecería de sentido. A la vez, todas las consideraciones que se podrían hacer sobre un encadenamiento causal en estas ciencias, se encontrarían sin duda en el dominio de la especulación filosófica y no en el de la verificación positiva.

“En semejante examen, nos parece que deben intervenir dos series de consideraciones: primero, es necesario recorrer en sentido inverso las diversas etapas del desarrollo científico, para que nos permita poner en evidencia el tipo de ciencia correspondiente a la posición determinista más radical; después, tenemos que remontar etapa por etapa el curso de este desarrollo, para extraer las consideraciones que permitan establecer cuáles elementos esenciales del conocimiento desempeñan algún papel en el problema del determinismo...”

Después de estas consideraciones previas sobre generalidades de los conceptos determinismo e indeterminismo, debemos plantearnos la cuestión de si la teoría de la evolución puede ser enfocada desde alguno de estos ángulos.<sup>2</sup> Tal como fue planteada y diseñada por Darwin, se podría pensar que se encuentra dentro del enfoque determinista, si bien aquí la existencia de mediciones de gran exactitud no abarca la mayor parte de los casos comprobables. Por consiguiente, la teoría de la evolución tendría más que ver con la sentencia de Demócrito: “Todo lo que existe en el universo es fruto del azar y de la necesidad”. En realidad, esto es compatible con la concepción darwiniana.

La evolución de las especies parece seguir en conjunto los lineamientos razonables que fueron perfilados por su autor, y aunque en la realidad haya muchos puntos concretos que necesitan todavía ser explicados en términos coherentes de transición, es indudable que el panorama total de la evolución de los organismos resulta bastante comprensible.<sup>3</sup> No es, sin embargo, nuestro objeto discutir aquí en su conjunto la teoría de la evolución, pero sí lo referente al sistema nervioso, y especialmente al cerebro en sus relaciones con la conducta en general, y especialmente del comportamiento humano. Si se examinan las contribuciones de los autores de mayor autoridad sobre la evolución del sistema nervioso y sus correlaciones con el comportamiento, podrá apreciarse que sin excepción alguna, todos coinciden en que la superioridad del hombre en la escala animal se explica por el extraordinario desarrollo de su cerebro. Pero evidentemente, resalta que todos los que han tratado este problema han considerado únicamente las sucesivas transformaciones que en la escala de los vertebrados se van pro-

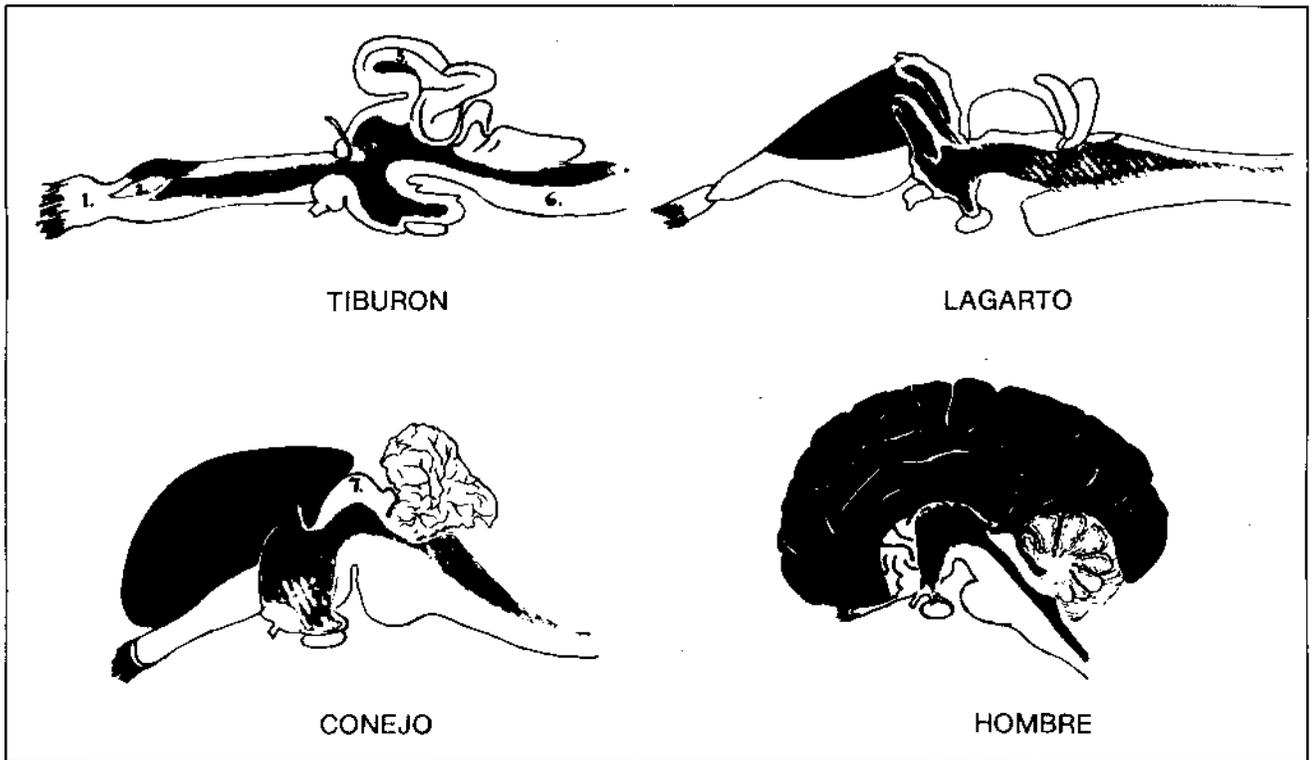


Fig. 1. Esquema clásico de Edinger en el que se representa en negro el desarrollo progresivo de la corteza cerebral desde el tiburón hasta el hombre.

duciendo en el cerebro hasta culminar con el desarrollo sorprendente que adquiere en los primates, y especialmente en el hombre.<sup>4</sup> Edinger, uno de los fundadores de la anatomía comparada del sistema nervioso estableció, entre otros, que el rasgo morfológico del cerebro, que iba adquiriendo una extensión mayor a medida que se ascendía en la escala animal, era la corteza cerebral, según puede apreciarse en la figura 1.

Según Franz,<sup>5</sup> la jerarquía de una especie dada de mamíferos está determinada por la medida de la centralización y especialización del sistema nervioso, entendiéndose por centralización el hecho de que en el cerebro una serie de funciones nerviosas son asumidas por regiones cerebrales filogenéticamente más recientes, a costa de otros centros más profundos, más antiguos, lo cual se aprecia por distintas tendencias de crecimiento de ciertos territorios cerebrales susceptibles de medición (esto entraría dentro del enfoque determinista). Bajo especialización se comprende el grado de diferenciación del tejido nervioso, que sólo se puede establecer objetivamente mediante la neurohistología, neurofisiología, y, en nuestra opinión también por la neuroquímica.

Kummer hizo una revisión de las investigaciones que se ocuparon de la medición de ciertas estructuras cerebrales para establecer jerarquías, tal como se resume en el cuadro 1. Cuvier fue el primero que trató de relacionar el peso corporal con el peso ce-

rebral. Después fue Lpicque quien intentó establecer índices que corrigiesen distintas causas de error. Sin embargo, fueron en realidad Snell, en 1891, y Dubois, en 1898, quienes elaboraron un método de correlación para establecer la magnitud de la cerebralización. También la correlación "cerebro-médula" ideada atinadamente por Ranke, fue resucitada en 1951 por Warden. En 1952 Malthaner propuso otro índice que llamó "valor comparable del cerebro", cuyos resultados se muestran en el cuadro 1.

Pero en general puede afirmarse que uno de los datos más importantes para establecer la jerarquía en la escala animal sigue siendo el índice de cerebralización, y en primer lugar la correlación entre el peso del cuerpo y el peso del cerebro. Pues bien, en la inmensa mayoría de los estudios sobre jerarquía cerebral, se han considerado prácticamente todas las especies animales, excepto los cetáceos.

En relación con las publicaciones antiguas, muy poco conocidas y divulgadas, Ghir y Pilleri<sup>7,8</sup> citan los trabajos de Guldberg (1885) y de Flatau y Jacobsohn (1899). El primer autor dijo que en las ballenas barbadas la relación peso cerebral/peso corporal era más baja que en cualquier otro tipo de mamíferos, si bien el peso absoluto del cerebro era superior al de otros animales. Según Flatau y Jacobsohn, los delfines tendrían un peso cerebral absoluto bajo, y un peso relativo alto. En los trabajos publicados en 1941 y 1943, Quiring (citado por

Cuadro 1. Relación comparativa de algunos resultados de los índices cerebrales más usuales\*

G. Cuvier	E. Dubois	K. Wirs	R. Anthony	H. Malthaner
Peso relativo	Coeficiente de cefalización	Índice neopallium	Índice calloso bulbar	Valores comparables
Saimiri 1/22	Hombre 2.89	Hombre 170	Hombre 3.12	Hombre 35
Zebú 1/25	Delfín 2.29	Elefante 70	Chimpancé 1.79	Elefante 8
Delfín 1/25	Chimpancé 1.24	Cébidos 53.7	<i>Papio hamadryas</i> 1.39	Chimpancé 5.3
Mulo 1/31	Elefante 1.24	Orangután 49	<i>Cercopithecus</i> 1.19	Orangután 3
Hombre 1/35	<i>Papio</i>	<i>Cerco</i>	Oso pardo 1.07	Caballo .97
Topo 1/36	<i>hamadryas</i> 0.79	<i>pithecus</i> 38.3	Oso blanco 1.06	Araguato (mono aullador) .66
Gibbon 1/48	Caballo salvaje 0.63	Equinos 32.3	Lobo 0.89	Ballena azul .47
Zorro 1/205	León 0.40	Jirafa 29.5	Rinoceronte 0.78	León .42
Lobo 1/230	Zorro 0.40	Ciervos 28.2	Caballo salvaje 0.70	Perro .37
Ciervo 1/290	Oso pardo 0.37	Osos 23.3	León 0.67	Cordero .34
Caballo 1/400	Lemur 0.32	Bovinos 20.1	Zorro 0.62	Gato .25
Elefante 1/500	Lobo 0.30	Felinos 18.4	Hipopótamo 0.56	
Canguro 1/800	Rinoceronte 0.27	Hiena 16.9	Lemur 0.32	
	Capiguara (corpiño) 0.21	Cánidos 16.7	Capiguara 0.31	
		Prosimios 13.5		
		Comadreja 13.2		
		Cobayos 7		
		Topos 1.13		
		Ardillas 0.75		

\*Tomado de Kummer, H.<sup>6</sup>

Ghir y Pilleri) aplica para el cálculo del coeficiente de cefalización "b" de distintas ballenas dentadas y barbadas la fórmula  $y = bX^k$ . Para un exponente común de relación "k" de 0.54 obtuvo para los misticetos un valor de "b" entre 1.831 y 1.946, y para los odontocetos valores algo más altos, entre 2.212 y 2.237.

A semejanza de la relación cerebro-médula espinal, establecida por Ranke para estimar el grado de evolución cerebral hace ya muchos años, Warden en 1951 volvió a estudiar esta relación, considerando que puede representar un índice del grado de inteligencia de una especie animal, pues va aumentando en la escala de los mamíferos. En los monos es de 8.1, y en el hombre de 50.1, que fue la misma correlación que había encontrado Ranke. Este índice cerebro-médula fue investigado por Ridgway, Flamingan y McCormick en 1966 en los pequeños delfinidos, y con base en esto sitúan su cociente de inteligencia entre los primates inferiores y el hombre.

Pero las investigaciones más importantes realizadas hasta ahora sobre la relación entre peso cerebral y peso corporal en los cetáceos han sido las de Ghir y Pilleri,<sup>6</sup> valiéndose del método de la alometría. En este trabajo reunieron 133 pares de valores de los cuales 53 pertenecen a la colección de Pilleri, y el resto fue tomado de la literatura. Del cuidadoso aná-

lisis elaborado por estos autores con tan valioso material, se desprende que al igual de lo encontrado por Count en los mamíferos terrestres, en los cetáceos, especialmente en los odontocetos, a medida que aumenta el peso del cuerpo disminuye proporcionalmente el peso del cerebro. El exponente de relación, que expresa el aumento relativo del peso cerebral en correspondencia con el aumento relativo del peso del cuerpo, se encontró para los odontocetos entre 0.72 y 0.11. Para la ballena *Balaenoptera physalus*, que es la más cefalizada entre los misticetos investigados, el exponente fue de 0.14. El coeficiente de regresión común que dio Quiring resulta demasiado alto según Pilleri y Ghir, estando nivelado sólo para la marsopa *Phocaena phocaena*.

Según el método de la alometría, resultan ser los más cefalizados los pequeños odontocetos (*Phocaena*, *Delphinus*, *Stenella*), o sea especies con un peso que varía de 20 a 120 kilogramos; y en este grupo el más cefalizado de todos es el *Tursiops truncatus*, cuyo peso cerebral relativo es casi como el del hombre. Estos resultados concuerdan con los obtenidos, de otra manera, por Lilly.<sup>9</sup> Por otra parte, en la correlación cerebro-médula, Ridgway y colaboradores encontraron también para *Tursiops truncatus* el valor más alto: 40:1. A base de la posición de la curva de regresión interespecífica, los pequeños odonto-

Cuadro 2. Cociente hipotalámico.

		0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25
PRIMATES	Lemuridae				•	•	•
	Indridae				•		
	Lorisidae					•	•
	Cebidae			•	•		
	Callithricidae					•	
	Cercopithecidae				•		
	Pongidae			•	•		
	Hominidae			•			
CETACEA	Baleanopteridae				•		
	Physeteridae		•				
	Delphinidae		•	•	•		
	Delphinapteridae					•	
	Phocaenidae					•	

• *Physeter catodon*

El cociente hipotálamo-hemisferios se obtiene con la relación longitud de los hemisferios dividida entre la longitud del hipotálamo. Cuanto menor es el cociente, mayor es la diferenciación en la escala filogenética. Nótese que el hombre (*Hominidae*) tiene un cociente hipotalámico mayor que el *Physeter catodon* y que algunas especies de delfines.

cetos se encuentran colocados entre el hombre y los simios, con arreglo al punto de vista de la correlación peso de cerebro-peso de cuerpo.

Pero aparte de esta correlación, que sigue teniendo un valor general indiscutible, hay otros enfoques del problema que son muy importantes. Grünthal,<sup>10</sup> el profesor de psiquiatría de la Universidad de Berna, publicó en 1933 un trabajo sobre "lo específicamente humano en el hipotálamo", donde demuestra que en los mamíferos el hipotálamo y los hemisferios cerebrales se comportan inversamente en cuanto a diferenciación y extensión. Conforme se asciende en la escala animal, el hipotálamo viene a ser menor en relación a los hemisferios cerebrales. Cuanto mayor es la función del cociente longitud de hipotálamo/longitud hemisferio cerebral, más largo es el hipotálamo y más corto el hemisferio. Cuanto más pequeña es la fracción, mayor es el grado de desarrollo del cerebro. Sus resultados mostraron que el delfín tiene un cociente tan bajo como el hombre, y posiblemente más diferenciado que los primates.

En un trabajo publicado por Pilleri en 1962,<sup>11</sup> se señalan los coeficientes hipotálamo/hemisferio de distintos géneros de primates y de cetáceos. En el cuadro 2 se puede observar que el cociente más

pequeño se encuentra en la ballena de esperma o el cachalote (*Physeter catodon*). De los primates, el hombre presenta el mayor grado de centralización, pero este grado ya es alcanzado en los cetáceos por el *Tursiops truncatus*, y sobrepasado por algunos individuos de este grupo; por ejemplo, el cociente calculado para el cachalote corresponde a la mitad de el del hombre.

La disminución progresiva del cociente del hipotálamo es paralela a un marcado desarrollo del neocórtex temporal. Pilleri señala que si se compone un ángulo con vértice en el agujero de Monro, trazando una línea desde ahí al polo frontal, y otra línea al polo temporal, se observa que ese ángulo va disminuyendo en la serie de los mamíferos, como se observa en la figura 2, siendo mucho menor en la ballena de esperma (30°) que en el hombre (40°). Pero además de todos estos índices, que demuestran el extraordinario grado de diferenciación cerebral de los cetáceos, en anatomía comparada se ha considerado siempre como el rasgo indiscutible, para apreciar la jerarquía en la escala animal, el grado de desarrollo de la corteza cerebral. Como ya hemos indicado anteriormente, a medida que se asciende en la escala de los mamíferos, la extensión de la

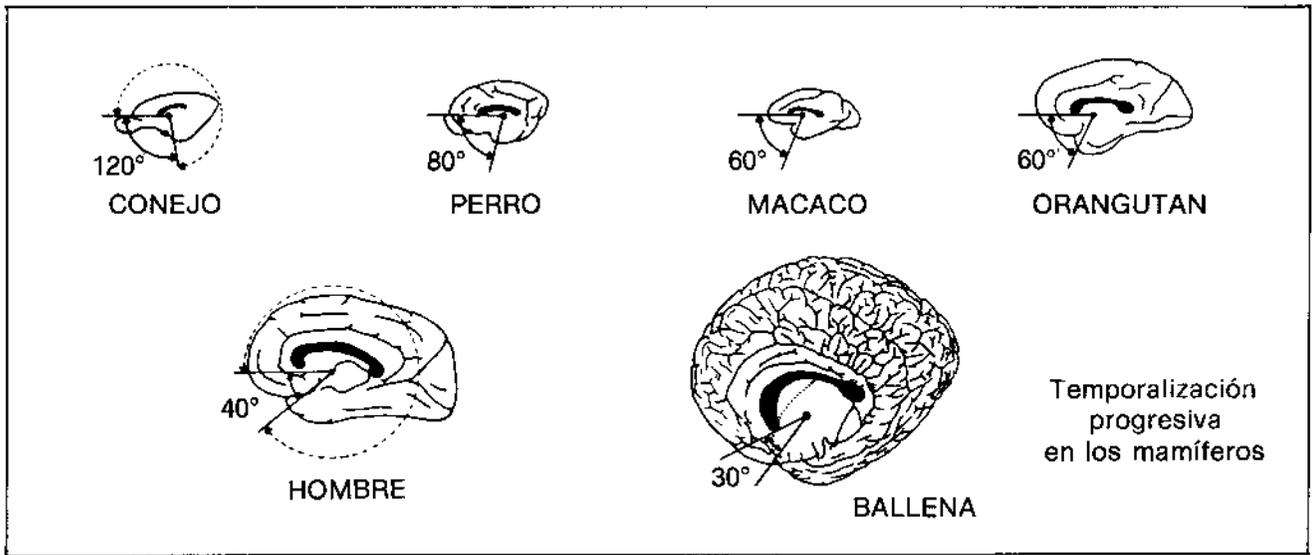


Fig. 2. Se observa la disminución progresiva del ángulo, en esta serie de mamíferos. Tomado de G. Pilleri.

corteza se va haciendo notablemente mayor, y siempre se sostuvo que en el cerebro humano adquiere su máximo desarrollo y la más compleja estructuración. Pero al comprobar que los cetáceos tienen un cerebro con más circunvoluciones que el del hombre, y por consiguiente una mayor extensión de corteza cerebral, algunos autores afirmaron que la corteza de estos animales era más delgada y mostraba una estratificación mucho más elemental. Sin embargo, trabajos de la mayor garantía realizados por Kraus y Pilleri con las técnicas más adecuadas y abarcando un material muy importante, llegan a la conclusión de que la corteza cerebral de los cetáceos tiene un alto grado de diferenciación y es enteramente comparable a la de los primates.

Por consiguiente, si nos encontramos ante una corteza cerebral cuya estructura histológica es comparable a la humana, y además, con una extensión dos o tres veces mayor que los mil centímetros cuadrados que tiene la del hombre, no hay más remedio que reconocer que también desde este punto de vista, los cetáceos son superiores. Por otra parte hay que tomar en cuenta los hechos siguientes. Como se sabe, la corteza cerebral humana (y de los mamíferos en general) tiene áreas donde van a parar las informaciones sensoriales, llamadas áreas receptoras, y otras áreas que son efectoras, o sea que transmiten instrucciones motoras. Está bastante bien calculado que estas áreas receptoras y efectoras representan la cuarta parte de toda la extensión de la corteza, y las tres cuartas partes restantes son áreas llamadas desde antiguo de asociación, en las cuales se integran los más complicados procesos psíquicos. De estas tres cuartas partes de corteza de asociación, la mitad corresponde a los lóbulos frontales, que desempeñan funciones muy importantes intelectual-

mente, creando motivaciones o inhibiciones y regulando la modulación emocional. Pues bien, aunque la parcelación anatomofuncional de la corteza cerebral de los cetáceos no está todavía bien establecida, se puede adelantar que la proporción de áreas receptoras y efectoras es relativamente menor en comparación con las áreas de asociación. Algunos autores de gran autoridad en este campo afirman que una sexta parte es receptora-efectora, y cinco sextas partes de asociación, lo cual representaría un substrato asociativo y, por consiguiente, mental, extraordinario, si nos atenemos exclusivamente a la morfología. Lo que esto puede significar en definitiva es un problema de gran trascendencia para la investigación. Bajo estos lineamientos no es descabellado preguntarse ante qué tipo de mentalidad nos encontramos, y si es posible que posean un lenguaje.

Con un cerebro de tal tamaño, y especialmente con esa gigantesca extensión de las áreas de asociación, la existencia de un sistema de comunicación complejo no es descartable. El nervio auditivo y toda la esfera auditiva presentan un desarrollo superior al del cerebro humano. Es lícito afirmar que para que haya lenguaje se necesita un sistema de recepción de información y de emisión de información. Las vías y centros auditivos son, como acabamos de decir, de una magnitud extraordinaria. Pero por otra parte, el delfín dispone de mecanismos asombrosos de emisión de sonidos. Como utiliza frecuencias de sonido cuatro y media veces superiores a las nuestras, su aparato productor de sonidos puede emitir cuatro y media veces más información por unidad de tiempo. Y si tenemos en cuenta, además, que su aparato generador de sonidos puede emitir con independencia en cada una de las dos mitades simultáneamente,

entonces es lícito concluir que puede proporcionar nueve veces más información por unidad de tiempo que el hombre.

Sin embargo, respecto del aparato emisor de sonido existe un profundo misterio. El delfín no tiene cuerdas vocales. En los últimos 20 años se han dedicado muchos estudiosos en distintos laboratorios del mundo a investigar este problema, y todavía no se ha llegado a aclarar debidamente. El sonido se puede originar en dos o tres niveles, por los conductos laríngeos, y por los conductos nasales. La formación del sonido podría tener lugar en la epiglotis, que posee dos bandas en forma de lengüetas rodeadas por un esfínter potente. En el tramo nasal hay también válvulas regidas por una estructura muscular fuerte. Tales válvulas pueden modificar de alguna manera el paso del aire y determinar vibración. Todo este proceso se desenvuelve entre la cavidad laríngea y el espiráculo. Y lo que sí es seguro es que el delfín posee mecanismos separados de producir sonidos, elaborando simultáneamente "chasquidos" y "silbidos" por su espiráculo. Además, es bien sabido que su oído externo está reducido a un orificio muy pequeño, desprovisto de pabellón. Pero una serie de investigaciones han puesto en evidencia que percibe ecos y sus propias emisiones de sonar a través de su mandíbula inferior. La mandíbula contiene muchas terminaciones nerviosas que están conectadas con el complejo oído interno. Además, la mandíbula contiene un tejido graso, casi líquido, que transmite el sonido al oído interno. Quizá las fibras aferentes de la mandíbula puedan enviar información al oído interno por un lado, y también a los núcleos del trigémino por otro, pues es sabido que el diámetro de este último nervio es también considerable y sus fibras tienen que servir para otras funciones, y no solamente para las percepciones simplemente táctiles y dolorosas de esa región.<sup>13</sup>

En el excelente libro *El azar y la necesidad* de Jacques Monod,<sup>14</sup> cuando se discute el problema de la evolución, se afirma repetidamente que el *Homo sapiens* no hubiese podido surgir sino gracias al desarrollo de su caja craneana, o sea su cerebro. Pero además, Monod advierte repetidamente que el rasgo de mayor jerarquía en la evolución del hombre está representado por la adquisición del lenguaje. En un párrafo afirma: "sin embargo, la amplitud y el refinamiento, en el *Homo sapiens*, de las funciones cognitivas, no encuentran, evidentemente, su razón de ser más que y por el lenguaje. Privadas de este instrumento son, en su mayor parte, inutilizables y paralizadas".

Por consiguiente en opinión de la mayor parte de las autoridades en evolución, lo más específico de la superioridad jerárquica del hombre en la escala animal serían su gran desarrollo cerebral y su capacidad para haber adquirido un lenguaje. Hemos visto anteriormente que por lo que se refiere al desarrollo

cerebral, en bastantes especies de cetáceos los índices de superioridad morfológica del cerebro son, por lo menos, iguales y hasta, en algunos aspectos, superiores a los del hombre. Por lo que se refiere al lenguaje, durante los últimos años se han llevado al cabo numerosas investigaciones, con el fin de aclarar si realmente tienen un lenguaje verdaderamente significativo, ya que indiscutiblemente poseen una capacidad de emisión y recepción de señales extraordinarias. Se ha registrado una enormidad de señales acústicas que alcanzan cerca de dos mil diferentes tipos de silbidos. Con base en esto se podría afirmar que su lenguaje estaría compuesto por lo menos de dos mil "palabras". A este propósito, Cousteau recuerda que Racine escribió sus tragedias con un vocabulario mucho menor, y desde luego se puede afirmar que este vocabulario de los delfines es muy superior al de muchos grupos humanos. Sin embargo, hasta el momento actual no se ha podido establecer qué significación (si es que la tienen) poseen estos sonidos. Busnel,<sup>15</sup> que es una autoridad en cuestiones de acústica, y que ha estudiado este problema del lenguaje de los delfines, afirma que en el estado actual de nuestros conocimientos sobre este terreno, lo único que podemos decir es que no sabemos nada sobre la semántica de los sonidos que emiten los delfines. Dado que el delfín no tiene cuerdas vocales, los sonidos que emite son más comparables a silbidos que a palabras. Ahora bien, la amplitud de registro que alcanza es extraordinaria, y haría falta llegar a conocer si con tan gigantesca gama de emisión (y de recepción, por supuesto) serían posibles combinaciones complejas que podrían integrar un auténtico lenguaje. A este propósito resulta del más alto interés traer aquí a colación el hecho de que existen lenguajes silbados en algunos grupos humanos de diferentes partes del mundo. Uno de los más conocidos, y probablemente de los más perfeccionados, es el que utilizan los habitantes de una de las Islas Canarias, La Gomera. Los riscos de esta isla son tan escarpados que los nativos tuvieron que idear un sistema de comunicación con silbidos, cuyo radio de acción llega hasta 15 kilómetros, y los mensajes que se transmiten son de una gran complicación. Existen también lenguajes silbados en Kuskov, Turquía; en el valle de Ossau de los Pirineos Franceses, y en México entre un grupo mazateco oaxaqueño.

Estos hechos se prestan a especulaciones del más alto interés. Si pensamos que el límite de percepción del oído humano es de 14 a 16 kilohertz, o sea 14 000 a 16 000 vibraciones por segundo, y con esta gama de amplitud se puede componer un lenguaje silbado relativamente complejo, con las frecuencias de 150 kilohertz, o sea 150 000 vibraciones por segundo del delfín, que además pueden elaborarse en series simultáneas, ¿sería muy absurdo suponer que en estas condiciones pueda haber la posibilidad de

construir un lenguaje "silbado" de mucha más complicación que el que utilizan ciertos grupos humanos? Teóricamente no sólo es posible sino que podría considerarse como muy probable. Es posible, por otra parte, que el colosal desarrollo de la esfera auditiva de los cetáceos esté consagrada en su mayor parte a las complejas funciones de la ecolocalización, y una parte muy escasa a la comunicación lingüística.

¿Qué es lo que puede significar este asombroso desarrollo del cerebro en los cetáceos desde el punto de vista de la evolución? Bunnell afirma que el hombre duplicó su capacidad cerebral cuando se liberó de los escondites de la selva para hacerse cazador en la sabana llena de peligros. Se tuvo que producir una intensa selección para desplegar ciertas formas de inteligencia, como las referentes a la estrategia, defensa de grupo y comunicación propositiva. La capacidad cerebral del homínido experimentó un desarrollo muy rápido, del orden de 450 cc., hace cinco millones de años, a 1.300 cc. hace medio millón de años. El lenguaje y la utilización de herramientas y armas fueron desarrollándose con rapidez desde que el cerebro fue sobrepasando los 700 cc.

A diferencia del rápido desarrollo de un cerebro inteligente que se operó en los homínidos, en los cetáceos el desarrollo cerebral se fue operando con anterioridad, pero más gradualmente. Los fósiles más antiguos de ballenas se encuentran en el eoceno hace 50 millones de años, y se trata de animales completamente acuáticos, y con un cerebro más bien pequeño. Por la estructura de sus dientes se deduce que se derivaron de mamíferos carnívoros de las costas de África. Al final del oligoceno, hace unos 30 millones de años, aparece el primer fósil de esqualodonto que se extendería por todo el período miocénico. Estos cetáceos son ya semejantes a los delfines de agua dulce. Los modernos delfines aparecieron al principio del mioceno, hace unos 25 millones de años, y se extendieron por todos los mares en los siguientes 10 millones de años, siendo contemporáneos de los cachalotes.

Bunnell hace notar, como cosa curiosa, que los cerebros de los delfines de río de América del Sur miden alrededor de 670 a 690 cc., un tamaño superior al *Australopithecus*, y casi igual al del *Homo erectus*, que es el primer ser humano. Pero curiosamente, los cetáceos alcanzaron este tamaño de cerebro en la evolución hace unos 30 millones de años, mientras que el hombre lo alcanzó hace un millón de años, lo cual plantea muchas preguntas en relación con la complejidad y el equilibrio de la mente en estas dos formas de vida.

Con base en todos los datos, que hemos ido revisando desde un punto de vista muy general, podemos afirmar con todo derecho que la teoría de la evolución no puede ser analizada con un enfoque determinista. Más bien tendríamos que adherirnos

a la antigua declaración de Demócrito de que "todo lo que existe en el universo es fruto del azar y de la necesidad". Pero lo que no sabemos es qué tipo de azar y de necesidad obligó a que se produjera este tipo de desviación tan notable en la escala de la evolución, que llegó a desarrollar formas de mamíferos tan singulares viviendo en un medio acuático que no les debería haber correspondido, y desarrollando un cerebro que como hemos hecho notar, es igual o superior al humano desde el punto de vista de la pura anatomía comparada. ¿Quiere esto decir que la función mental puede ser también equiparable a la del cerebro humano? Estamos, pues, ante el mismo misterio que representan estas especies de mamíferos en la evolución, pues no se tiene la menor noción de cuáles pudieron ser las causas que determinaron que se hicieran acuáticos y continuaran ahí su proceso evolutivo.<sup>17</sup> Como dicen Fichtelius y Sjölander:<sup>12</sup> "La ausencia de una cultura semejante a la nuestra, no necesariamente descarta el alto nivel de inteligencia. Los delfines no tienen una civilización comparable a la humana. Los requisitos para nuestra cultura son la combinación de un gran cerebro con una mano prensil. El delfín tiene el gran cerebro, pero carece de la mano. Los ancestros de los delfines sobrevivieron las presiones de la selección natural, sin desarrollar una cultura. No sabemos exactamente qué presiones selectivas naturales se ejercieron sobre estos animales, que eran terrestres y que culminaron con la evolución de un gran cerebro. El hecho de que carecieran de manos, obviamente no significa que en el curso de su evolución no tuvieran que usar un cerebro que en muchos aspectos se parece al nuestro, y aun lo sobrepasa en cantidad. El gran cerebro del delfín continúa siendo un reto a la humanidad".

#### REFERENCIAS

1. Février, P.: *Determinismo e indeterminismo*. México. Universidad Nacional Autónoma de México. Dirección General de Publicaciones, 1957.
2. Noody, P. A.: *Introducción to evolution*. 3a. ed. Nueva York. Harper & Row, Publ. 1970.
3. Dodson, E. O.: *Evolution: process and product*. Nueva York, Reinhold Publishing Corp. 1960.
4. Le Gross Clark, W. E.: *Los fundamentos de la evolución humana*. Buenos Aires. Editorial Universitaria. 1962.
5. Frauz, V.: *Die Vervollkommung in der lebenden Natur. Der biologische Fortschritt*. Jena. 1935. Cit. en<sup>6</sup>.
6. Kummer, H.: *Beitrag zur quantitativen Bestimmung der Entwicklungshöhe des Säugetiergehirnes*. Psychiat. Neurol. (Basilea) 142: 352. 1961.
7. Pilleri, G.: *Investigations on cetacea*. Berna, Benteli. A. G. 1970.
8. Chir, M. y Pilleri, G.: *Hirnkörpergewichtsbeziehungen bei Cetacea*. En: *Investigations on Cetacea*. Pilleri, G. (Ed.). Berna, Benteli A. G. 1969.
9. Lilly, J. C.: *The mind of the dolphin*. Nueva York, Doubleday Co. 1967.
10. Grünthal, L.: *Neue Ergebnisse. Vergleichende anatomische Untersuchungen des Zwischenhirnes der Säuger*. Naturwissenschaften 21: 521, 1933.

11. Pilleri, G.: *Die Zentralnervöse Rangordnung der Cetacea*. (Mammalia), Acta Anat. 51: 241. 1962.
12. Fichtelius, K. E. y Sjölander, S.: *Smarter than man? Intelligence in whales, dolphins and humans*. Nueva York, Ballantine Books, Inc. 1974.
13. Caldwell, D. K. y Caldwell, M. C.: *The world of the bottlenosed dolphin*. Filadelfia, J. B. Lippincot Company. 1972.
14. Monod, J.: *El azar y la necesidad. Ensayo sobre la filosofía natural de la biología moderna*. Barcelona-Caracas, Monte Avila Editores, 1971.
15. Busnel, R. G. y Classe, A.: *Whistled languages*. Berlin, Springer-Verlag, 1976.
16. Bunnell, S.: *The evolution of cetacean intelligence*. En: *Mind in the waters*. McIntyre, J. (Ed.). Nueva York, Charles Scribner's Sons. 1974.
17. Nieto, D. y Nieto, A.: *El problema cerebro-mente y el misterio de los delfines*. México, Editorial Diana. 1978.

### III. EL CONCEPTO DE VOLUNTAD A LA LUZ DE LA PSIQUIATRÍA

RAMÓN DE LA FUENTE\*

El principio de que todos los fenómenos están causalmente determinados es fundamental en las ciencias. En la psiquiatría se postula que los pensamientos, los sentimientos, las decisiones y la conducta de una persona, tanto si es sana como si sufre un desorden mental, deben ser explicados en términos de factores causales: la herencia, los condicionamientos tempranos, las experiencias subsecuentes de la vida y las fuerzas externas e internas, físicas y psicológicas, conscientes e inconscientes que actúan sobre su personalidad. Dentro del marco de este determinismo hay algo que debe ser explicado. Para los humanos, querer y decidir son experiencias de todos los días, y damos por hecho que dirigimos nuestra vida hacia metas a corto y a largo plazo. Aunque estas experiencias de autodeterminación y de selección varían de un individuo a otro y en un mismo individuo en circunstancias distintas, son universales. Además, nuestra conciencia nos toma cuenta de nuestras acciones y la sociedad nos hace responsables de ellas como si fuésemos libres.

El concepto de libre voluntad es un concepto importante, estrechamente ligado a los conceptos de culpa y responsabilidad. En el pasado, la voluntad fue considerada como el principio que gobierna la conducta humana, la facultad vitalista propia del hombre, de determinar sus actos en forma autónoma.<sup>1</sup> En este siglo, el avance de las neurociencias en el conocimiento de las bases cerebrales de las funciones mentales y de sus perturbaciones, la aceptación

general del concepto de que el hombre está movido por fuerzas instintivas que operan más allá de su advertencia y control y el papel decisivo que se atribuye a los factores ambientales, particularmente los económicos y socioculturales, como determinantes de los pensamientos, los sentimientos y las acciones humanas, han hecho que la voluntad haya sido degradada y disminuida hasta considerársele como una construcción innecesaria.<sup>2</sup>

Los proponentes del determinismo estricto en los asuntos humanos, piensan que si bien tenemos conciencia de escoger y actuar libremente, cada una de nuestras acciones está conectada causalmente con el ambiente externo, e internamente, con necesidades e impulsiones y que si pudiéramos conocer exactamente esos factores, seríamos capaces de predecir las acciones humanas con certidumbre matemática. La voluntad, piensan algunos, es sólo una experiencia subjetiva y como tal no puede ser enfocada por la ciencia.<sup>3</sup> \* \*\*

Quienes asumen que la libre voluntad es real, piensan que las acciones humanas no solamente son el resultado determinado por causas mentales, físicas o ambientales previamente existentes, sino que en ellas la libre voluntad tiene participación.

Nuestra profesión de psiquiatras implica un doble compromiso: con la ciencia y con el hombre.<sup>4</sup> En nuestro trabajo diario manejamos conceptos genéticos, neurofisiológicos, neurobioquímicos, farmacológicos, etc., así como conceptos de un orden muy diferente tales como personalidad, sentimientos, actitudes, culpabilidad, expectativas, propósito, conflicto, voluntad y decisiones. Nos parece peculiar que algunos científicos, como Skinner,<sup>5</sup> nos aseguren que estos últimos conceptos no correspondan a ninguna realidad sino a imaginaciones que no cuentan, porque no pueden ser observadas. Como clínicos no podemos conformarnos con los datos externos de nuestros enfermos y necesitamos conocer su subjetividad. De hecho, la subjetividad es centro principal de nuestro interés.

No me referiré ahora a la historia del debate entre deterministas y quienes defienden el libre ejercicio de la voluntad.<sup>1</sup> Una y otra corriente han estado presentes desde el principio, y la filosofía, que se ocupa de problemas generales antes de que la ciencia pueda ocuparse de ellos, nunca ha negado totalmente a la voluntad.<sup>5</sup>

Si bien el determinismo preside el proceso que abarca billones y billones de años y que se inicia

\* En la física moderna postnewtoniana, la indeterminación se refiere al hecho de que la precisión absoluta es imposible. Heisenberg no refuta el determinismo físico riguroso en su principio de indeterminación.

\*\* Decir que pude haber actuado en forma diferente, significa decir que si mi experiencia previa y las condiciones que actuaron sobre mí hubieran sido diferentes, yo hubiera actuado en otra forma.

\* Académico titular. Director General del Centro Mexicano de Estudios en Salud Mental.

con la aparición del átomo y culmina con la corteza del cerebro humano, podríamos preguntarnos si la corteza cerebral del ser más evolucionado permite cierta participación de la voluntad. Una respuesta es que la voluntad representa un eslabón en la cadena de causas determinantes. Es decir, que el determinismo y la libre voluntad son compatibles.

Es interesante mencionar que en relación con el tema de la libre voluntad, el psicoanálisis se muestre contradictorio, por lo menos en apariencia. Por un lado, postula un determinismo psicológico estricto y declara que la mayoría de nuestras acciones tienen motivos inconscientes irresistibles y que por lo tanto, creemos libres, es ilusorio. Sin embargo, la afirmación: "donde hay *id*, debe haber *ego*", indica que una medida de libertad y autodeterminación es posible para los humanos, si sus deseos inconscientes se hacen conscientes y pueden ser controlados por el *ego*. De hecho, la meta explícita de la psicoterapia dinámica, es ayudar al hombre a soltar sus ataduras con la infancia, la familia y la sociedad y obtener una medida real de libertad.<sup>6</sup>

En el debate entre deterministas y voluntaristas, hay una confusión semántica que es necesario aclarar. El determinismo en la naturaleza y por lo tanto en el hombre no es cuestionable, pero la alternativa no es la autodeterminación sino el indeterminismo, es decir, la acasualidad, lo accidental, lo impredecible. Es claro que el concepto de la libre voluntad se sitúa en un nivel conceptual distinto al de estas construcciones.<sup>7</sup>

El papel de la libre voluntad en la vida humana es aparente cuando se examinan las formas y grados en que diversos desórdenes mentales la obstaculizan y la limitan.

Un denominador común a muchos desórdenes mentales, es que afectan la voluntad, no sólo como estado subjetivo sino también como expresión conductual. La persona que sufre histeria, pierde el control voluntario de un órgano o función de su cuerpo, relacionado simbólicamente con un conflicto generador de angustia. Quien sufre una fobia, se ve compelido, por un temor superior a su voluntad, a eludir ciertos objetos o situaciones que han adquirido para él connotaciones peligrosas. En la neurosis obsesiva la persona pierde la capacidad de decidir aun en asuntos triviales y se siente dominada por inhibiciones e impulsos ajenos a su voluntad, a sus sentimientos y a sus deseos. La pérdida de la capacidad de decidir puede reducirle a la inacción total. Los pirómanos y cleptómanos actúan satisfaciendo compulsivamente sus deseos, como urgencias que no admiten ni prórroga ni alternativa y carecen de la voluntad de frenar sus impulsos. El enfermo que sufre el síndrome de Gilles de la Tourette, no puede frenar con su voluntad el impulso a vocalizar imprecaciones.

Un fenómeno central en la esquizofrenia es la pérdida del sentimiento de autodeterminación. El sujeto tiene la vivencia de que un poder extraño se apodera de su voluntad y que sus pensamientos y sus acciones están dirigidas por ese poder. El enfermo catatónico no está paralizado fisiológicamente, pero no puede iniciar ninguna acción, ni reaccionar cuando se le toca, se le sonríe o se le acaricia; ha perdido la voluntad. El enfermo melancólico puede verse sobrecogido por un sentimiento de culpabilidad abrumador. Piensa que ha cometido un pecado imperdonable y que pudo haber actuado de otra manera, por ello anhela expiar su culpa. Un ejemplo común y a la vez dramático de limitación grave de la voluntad, lo ofrece la persona que ha desarrollado adicción al alcohol o a ciertas drogas. La compulsión a experimentar reiteradamente los efectos del tóxico sobre su humor o su conciencia anulan su voluntad, no obstante que conoce las consecuencias.

Esta revisión de algunas condiciones patológicas, en las cuales la perturbación de lo que llamamos libre voluntad es un elemento esencial en el cuadro clínico, ilustra la necesidad del concepto de libre voluntad en el campo de la patología psiquiátrica. Si prescindimos de este viejo concepto tenemos que inventar otro que lo sustituya.

En otro plano, la pérdida de la libre voluntad puede observarse en la hipnosis. La voluntad del sujeto hipnotizado es sustituida por la del hipnotizador, quien puede entonces implantarle ideas e impulsos a la acción que el sujeto identifica como propias.

Áreas extensas de nuestra vida están sujetas a la voluntad de quienes educan y de quienes manejan la información y manipulan las recompensas. Es por esta razón que algunos sociólogos piensan que toda la conducta humana está determinada socialmente y que sólo cambiando su estructura será posible remediar los males de la sociedad.

A diferencia de quienes sufren desórdenes mentales, el hombre sano experimenta un sentimiento de libertad cuando es capaz de contemplar varias posibilidades de acción, selecciona una de ellas con base en consideraciones bien pensadas y superando los obstáculos externos, lleva al cabo con energía la acción que ha escogido. En asuntos serios, la persona sana experimenta tanto la capacidad de elegir con libertad como el sentimiento de que su decisión está orientada por valores, creencias, conocimientos y aspiraciones que son parte integral de sí mismo.

¿Es esta libertad experimentada por las personas sanas y bien integradas, algo ilusorio? Aunque hay experiencias subjetivas de libertad que sí son ilusorias, hay otras que son reales. El enfermo maniaco se experimenta liberado de inhibiciones y restricciones internas y tiene el sentimiento de actuar en forma completamente libre, sin embargo, su conducta es dispersa, está dirigida por impulsos irracionales y es contraria a sus normas y a sus deseos. Cuan-

do la exaltación afectiva cesa, la persona reconoce que su sentimiento de libertad era ficticio. También, el enfermo melancólico que recupera la eutimia reconoce que su sentimiento de culpabilidad no era genuino. Esta libre voluntad ficticia, nos permite apreciar mejor la que es real.

La experiencia clínica permite confirmar que los humanos tienen la capacidad de escoger entre distintos cursos de acción y que la libre voluntad es una capacidad que no es absoluta sino relativa. En tanto que una persona educada conoce más soluciones y tiene la posibilidad de escoger entre más cursos de acción, se siente más libre y es más libre que una persona no educada. También ocurre que un deficiente mental o un enfermo psiquiátrico tiene menos posibilidades de escoger e imprimir dirección a su vida, que una persona sana. La libertad de escoger es una experiencia subjetiva pero también es, en cierto grado y dentro de ciertos límites, una realidad objetiva. La advertencia de poder aplicar la voluntad al logro de una meta a corto o a largo plazo, aumenta realmente la posibilidad de alcanzarla.

En su significado más profundo, la libre voluntad tiene que ver con los intentos de la persona de definir su lugar en el mundo y describe una variedad de funciones psicológicas integradas en relación estrecha con los conceptos de significado, propósito e intencionalidad.<sup>4</sup>

Una acción voluntaria está formada de muchos pasos; algunos de ellos no son aún susceptibles de análisis científico. Ni siquiera conocemos con certeza el mecanismo neurológico que inicia los movimientos voluntarios y lo que llamamos voluntad es probablemente la síntesis de diversos mecanismos neuropsicológicos.

En nuestro trabajo clínico no podemos dejar fuera a la voluntad sin que esta omisión tenga serias consecuencias. Si al modelo del hombre al que nos adherimos es un modelo abierto, que intenta dar cuenta de conductas y experiencias que son específicamente humanas, la voluntad, la capacidad de escoger, la responsabilidad, la autonomía y la creatividad, en su conjunto, obligan a definir al hombre como ser capaz de dirigir su propia vida. Aun cuando sabemos cuán estrecho es el margen de esa libre voluntad del hombre en comparación con la multiplicidad de fuerzas que operan sobre él: biológicas, psicológicas y sociales, en este margen estrecho, está la diferencia.

Es posible que este punto de vista no encaje bien en el marco más tradicional de la ciencia, pero un marco teórico que de antemano elimina de su campo problemas con los cuales no puede contender, es de utilidad limitada.

El concepto de voluntad, necesario en la psiquiatría, también lo es en la psicoterapia. La psicoterapia está basada en la expectativa de que en el grado en que el hombre tiene mayor conciencia de las fuerzas

que lo modelan y lo dirigen en el curso de su vida, mayor es su posibilidad de influir en el proceso a través de su reflexión y su razonamiento. El paciente que es tratado con éxito, entiende mejor las causas de su desorden y tal vez no piense que su destino está enteramente en sus manos, puesto que hay condiciones externas e internas que lo limitan, pero está él consciente de que es una fuerza determinante en su propia vida.

Algunos psicólogos experiencialistas han postulado que el objetivo de la psicoterapia es la autorrealización.<sup>8</sup> Este punto de vista supone que cada hombre posee un potencial específico preordenado que puede o no realizar en el transcurso de su vida. Esto no es válido del todo, puesto que en cada hombre hay también algo que es indefinido. Como experiencia subjetiva la autorrealización puede ser engañosa. Una persona puede pensar que está "realizándose", pero si ignora el problema de su relación moral con los demás, su autorrealización puede ser solamente una forma narcisista de gratificación personal.<sup>9</sup> La liberación a través del autoconocimiento puede ser auténtica, pero puede ser también solamente un espejismo.

El determinismo es un prerrequisito de toda ciencia, incluyendo a las ciencias humanas. Su alternativa es el indeterminismo, que implica impredecibilidad y negación de relaciones de causa-efecto. La libre voluntad depende de la armonía e integración de la personalidad y es experimentada más vivamente por personas psicológicamente sanas cuando escogen un curso de acción de acuerdo con valores que han aceptado como válidos. Una acción voluntaria está formada por muchos pasos que tienen como substrato mecanismos neuropsicológicos complejos, probablemente más relacionados con el funcionamiento global del cerebro que con funciones parciales. La libre voluntad, la capacidad de conformar nuestra conducta con nuestra determinación, interviene efectivamente en las acciones humanas. Esta capacidad se pone de relieve cuando en las diversas formas de patología psiquiátrica se pierde o se ve severamente limitada. La psicoterapia opera determinísticamente para ayudar al paciente a reconstruir o adquirir un sentimiento subjetivo de libertad y un grado mayor de libertad en sus acciones.

#### REFERENCIAS

1. Royce, J. E.: *Historical aspects of free choice*. J. Hist. Behav. Sci. 6: 48, 1970.
2. Goldeberg, C.: *The reality of the human will: a concept worth reviving*. Psychiat. Ann. 7: 37, 1977.
3. Skinner, B. F.: *Beyond freedom and dignity*. Nueva York, Alfred A. Knopf, 1975.
4. Arieti, S.: *The will to be human*. Nueva York, Dell Books, 1975.
5. Mullahy, P.: *Will, choice, and ends*. Psychiatry 12: 379, 1949.
6. Salzman, L.: *Will and the therapeutic process*. Amer. J. Psychoanal. 34: 277, 1974.

7. Knight, R. P.: *Determinism, "freedom", and psychotherapy*. Psychiatry 9: 251, 1946.
8. Maslow, A. H.: *Motivation and personality*. Nueva York, Harper & Brothers, 1954.
9. Fromm, E.: *Escape from freedom*. Nueva York, Holt, Rinehart and Winston, 1963.

#### IV. DISPOSITIVOS CEREBRALES PARA LA CONCIENCIA Y LA VOLICION\*

FRANCISCO ALONSO DE FLORIDA

—1—

La cuestión que quiero examinar se centra en un aspecto del inveterado problema mente-cuerpo, pero la literatura tanto filosófica como fisiológica sobre este tema es muy copiosa, de suerte que este ensayo puede considerarse tan sólo un prolegómeno.

Desde el comienzo me parece conveniente hacer una aseveración, por más que esta puede aparecer demasiado fuerte a algunos filósofos. La aseveración es esta: el problema mente-cuerpo de la filosofía, en realidad se puede reducir a un problema mente-cerebro y es, entonces, un problema científico, entendido el término como de la ciencia experimental o de la observación clínica. En efecto, en la actualidad quedan ya pocas dudas —si es que alguna— de que la actividad mental de los seres vivientes radica y se gobierna por acción y efecto de la actividad neuronal y que asimismo, la conducta toda del hombre y los animales cordados se coordina mediante dicha actividad neuronal. ¿Qué fundamento fisiológico tiene el llamado libre albedrío? La pregunta es inquietante, pues su respuesta aún no se puede integrar en una teoría satisfactoria y coherente. Pero no cabe duda que en la medida que esa teoría emerja y así pueda sustantivarse una aseveración sobre la realidad del libre albedrío, es en la misma medida que el inveterado mente-cuerpo encontrará una posibilidad de resolución que radique más allá de las meras disquisiciones metafísicas. No quiere esto decir que la filosofía sea estéril al enfocar este problema; los planteamientos e indagaciones filosóficas son primordiales y aún anteriores, desde un punto de vista lógico, a las teorías científicas y estas, en alguna forma, siguen los derroteros marcados por aquellas, pero la cuestión última no puede menos que incidir en la fisiología.

—2—

Ahora bien, ¿qué entendemos por libre albedrío? O más concretamente, ¿qué es un acto voluntario? Y la pregunta complementaria, ¿qué es un acto

involuntario? Comenzando por la complementaria, sirven muy bien para ilustrar actos involuntarios los reflejos que se producen en el animal espinal<sup>1</sup> —aquel al que se ha excluido el cerebro (mediante la separación por secciones del neuroeje) en la integración de los movimientos. Estos reflejos tienen las siguientes notas distintivas: 1) se producen como respuesta a un estímulo adecuado; es decir, se incitan aplicando una determinada modalidad de energía de cierta magnitud; así el reflejo del amplexo o reflejo sexual del batracio macho se produce al estimular determinadas porciones de la piel que normalmente entran en contacto con la piel del dorso de la hembra;<sup>2</sup> el reflejo de rascado del perro se produce por el efecto de los estímulos sutiles y repetidos de una pulga caminando en la región del cuello y tórax del animal;<sup>3</sup> el reflejo pupilar de muchos vertebrados, que es una respuesta a la luz;<sup>4</sup> etc.; 2) tienen "propósito" o "motivo": así, entre los mencionados se descubre la función reproductora, liberarse del parásito, regular la intensidad luminosa que hiera la retina, etc.; y como en las figuras reflejas de Sherrington<sup>1</sup> se descubre la postura de la huida de un agente nocivo; 3) son parte-operación que forman una totalidad-operación, la cual tiene también propósito; así, diversos reflejos medulares se conciertan en una sola operación de tiempos y movimientos que son la marcha y la postura. En suma, en todo acto involuntario se descubre una relación de causalidad netamente determinada.

—3—

Pero entonces, ¿qué se entiende por el término "acto voluntario"? A mi modo de ver las notas distintivas del acto voluntario son las siguientes:

1) Dada una circunstancia, el individuo tiene la opción de ejecutar al menos dos actos de conducta, de modo que la ejecución de uno excluye la ejecución de los otros posibles, dado un cierto lugar y tiempo; es decir, cada acto es "incompatible" con cada otro acto entre los varios posibles. Así, Juan puede pronunciar aquí y ahora uno de dos sinónimos, pero no puede vocalizar ambas palabras a la vez; actos como beber, sentarse, acostarse, caminar en determinada dirección, son de una clase claramente distinta a los actos reflejos, pues presuponemos que en cada circunstancia —en cada espacio y tiempo— se podría haber producido, en vez, otro acto incompatible con el actual que de hecho se produce.

2) La ejecución del acto tiene un propósito o motivo; es decir, los actos no se producen de modo aleatorio, sino que cada acto es parte de una secuencia igualmente voluntaria de actos y todos responden a un ordenamiento o regularidad que llamamos "plan".

3) Varias secuencias voluntarias de un nivel se integran en una operación única de un nivel supe-

rior, la cual se constituye a su vez en parte de otra secuencia y así sucesivamente; en el nivel más elevado encontramos una sucesión de actos voluntarios que es la conducta del individuo. Siguiendo con el ejemplo lingüístico, encontramos que una sucesión de palabras pronunciadas, cada una constituida en un acto voluntario, se integran todas en grupos que son frases, oraciones, párrafos y en fin, el discurso entero. Pero pueden imaginarse ejemplos de conductas mucho más complejas, integradas en definitiva en una sola conducta del individuo.

—4—

Según la anterior definición de acto voluntario —la capacidad del individuo de producir de modo no-aleatorio, uno entre varios actos posibles—, permite distinguir la clase de actos voluntarios de los eventos que surgen de conformidad con una mera relación de causalidad, entendida esta en un sentido estricto. Sólo haciendo una distinción semántica, podríamos atribuir una relación de causalidad a esos fenómenos; en efecto, el acto voluntario es asequible a un observador cualquiera, pero el agente que antecede e incita el acto es inasequible a ese mismo observador. Así pues, resulta claro que el agente que provoca o determina un acto voluntario reside en el propio individuo que asimismo genera el efecto (acto voluntario), agente que para los propósitos de este ensayo llamaré *neurocausa*.

—5—

El término *neurocausa* implica la intención de señalar hipotéticamente la existencia de una maquinaria neuronal encargada de procesar señales (aférentes) que van de los receptores al cerebro y señales logísticas de memorias, de modo tal que la maquinaria integra un plan, así como las concomitantes decisiones que convienen al individuo en cada espacio-tiempo de la circunstancia ambiental; las decisiones se conforman como la resultante de cotejar pares de actos posibles incompatibles el uno con el otro, de modo que entre cada par la decisión es única. Las señales de la decisión que así se generan son la supuesta *neurocausa*; las señales son impulsos nerviosos (potenciales de acción), que van hasta los efectores, dando lugar a una acción motora concertada, como puede ser la vocalización de nuestro ejemplo, u otras, como la postura o la marcha.

—6—

El conocimiento fisiológico de esta *neurocausa* y la maquinaria que la genera, tiene aspectos que han sido motivo de detallados estudios. Podríamos reducirlos muy sucintamente de la manera que sigue. Hay muchos niveles jerárquicos de integración neuronal,<sup>3</sup>

que pueden ser agrupados en dos principales: uno está constituido por una maquinaria neuronal, formando circuitos que elaboran señales, los cuales concurren sobre las neuronas piramidales del área 4 de Brodmann; estas células piramidales envían sus señales a un nivel inferior del neuroeje, en el que se encuentran las neuronas motoras o motoneuronas. Las motoneuronas se encuentran ordenadas formando unidades motoras; cada motoneurona inerva unas cien fibras musculares y cada músculo está compuesto de varios cientos de estas unidades motoras. Las neuronas piramidales del área 4 están organizadas en una capa, en la corteza del cerebro del individuo (hombre o animal), de modo que las neuronas de cada zona en el mapa conciertan su actividad, de suerte que las señales concurren sobre aquellas unidades motoras. Estas unidades motoras, a su vez, al activarse, dan lugar a la contracción muscular organizada en secuencias y grados de tensión y en definitiva, determinan un movimiento integrado precisamente en las partes del cuerpo que son homólogas a aquellas del mapa cortical. El mapa del área 4 recibe el significativo nombre del homínulo (o animalínulo). Además, todo movimiento generado en la corteza da lugar a señales que parten de los músculos y tendones y excitan reflejos (involuntarios), los cuales ajustan la totalidad del cuerpo al acto volitivo. De ese modo, el individuo logra movimientos finísimos de regularidad pasmosa, como es por ejemplo la vocalización del lenguaje, o la ejecución en una obra de arte. Como modelo experimental ha sido muy útil el movimiento que ejecuta un gato al girar su cabeza hacia arriba; este movimiento, siendo voluntario, condiciona por sí mismo, a lo largo de la operación, una secuencia de reflejos que parten de receptores del cuello, una postura adecuada del cuerpo con flexión de los miembros posteriores y extensión de los anteriores, de tal modo que el conjunto facilita un movimiento único y total del animal, en su intento de mirar un objeto como puede ser su presa situada arriba. El control de la maquinaria neuronal requiere de múltiples gazas de reacción (retroacción), en las que intervienen varios núcleos cerebrales y donde tiene un papel muy significado el cerebelo.

—7—

El acto voluntario responde a un plan y este, lleva consigo una decisión. A ese respecto se encuentran en la literatura estudios muy significativos.

En primer lugar, están los estudios de Kornhuber.<sup>5</sup> Los experimentos consistieron en pedir al sujeto experimental humano la ejecución de un acto voluntario sencillo, como es mover un dedo de la mano, o pronunciar palabras, según diversas modalidades de diseño. Se registraban simultáneamente los potenciales de la corteza cerebral y de los músculos de la re-

gión del cuerpo directamente involucrada en el movimiento. Los experimentos permitían la medida exacta de los tiempos que transcurrían entre el fenómeno cortical y el fenómeno muscular. El análisis de los potenciales eléctricos producidos, reveló que el fenómeno volitivo se origina con antelación de poco menos de un segundo a la contracción muscular y se produce abarcando porciones muy amplias del cerebro, simétricas con respecto a ambos hemisferios. Intervienen zonas muy amplias de la corteza, que llegan hasta las porciones más anteriores y asimismo, participan las porciones basales del cerebro. Pero al transcurrir el tiempo (medido en segundos), el potencial registrado revela una nítida concentración de la actividad en las neuronas piramidales, precisamente en aquel hemisferio cuyas neuronas inervan los músculos que corresponden en el cuerpo a la ejecución del movimiento. El fenómeno eléctrico cerebral culmina en una cúspide, aproximadamente 0.05 segundos antes de producirse el fenómeno eléctrico muscular que acompaña la ejecución final del acto voluntario.

En segundo lugar pueden mencionarse los estudios neurofisiológicos que imprimen alteraciones sobre lo que se conoce en la literatura inglesa como *drive*, para connotar un "impulso vital" o "motivación" a guiar la conducta tras de determinado objetivo. En este campo son particularmente reveladores los efectos que se obtienen por la estimulación con electrodos implantados a permanencia en puntos muy circunscritos del cerebro (en particular el sistema límbico) de animales de experimentación y del hombre.<sup>6-8</sup> El mencionado impulso se condiciona de tal modo que se pueden producir instantáneamente reacciones de furia, huida, de risa o de llanto. El impulso vital mencionado puede alterarse de manera muy duradera (días, semanas) mediante la estimulación reiterada de la amígdala cerebral.<sup>9</sup> En estos experimentos, realizados en gatos, el efecto consiste en alteraciones dramáticas de la conducta que consisten, entre otros, en aumentos de la actividad de juego, desarrollo de homosexualidad en machos que así incitan a otros machos a montarlos, aumento notable de la agresividad, aparición de automatismos diversos, etc.; todo ello acompañado de alteraciones profundas del electroencefalograma, que hacen aparecer a estos animales como si fueran epilépticos psicomotores, por comparación con los seres humanos que sufren esa enfermedad.

—8—

Ahora bien, un postulado que suelen hacer por igual filósofos y fisiólogos, es que el acto voluntario del hombre y tal vez de los animales superiores, es un acto consciente.<sup>10</sup> Sin embargo, hemos de admitir que la definición de acto voluntario que expliqué arriba no implica necesariamente el atributo de ser consciente. Por ejemplo, una máquina de jugar aje-

dz ejecuta un acto voluntario en cada jugada y puede ganar a un campeón humano, sin que esas jugadas sean actos conscientes de la máquina. Los actos voluntarios, según ya vimos, responden a un plan y este plan requiere, en efecto, que el agente que los produce tenga un conocimiento o "a saber" del acontecer del entorno; pero de la postulación de este saber no se sigue la existencia de una conciencia incorporada en el autómata. El autómata de jugar ajedrez de nuestro ejemplo tiene un conocimiento de los elementos del juego y desarrolla un plan, pero no tenemos porqué postular que esos atributos implican una conciencia. La conciencia es algo más, es un "saber del saber"; es una representación del conocimiento y de las operaciones que conducen al desarrollo de actos voluntarios, así como del plan mismo que rige esas operaciones. El jugador de ajedrez, además de poseer un saber de las reglas y estrategias, como es el caso del autómata, tiene además una percepción del plan mismo que utiliza en sus jugadas.

Pero la conciencia es también un producto de la actividad neuronal, como lo indican someramente los siguientes puntos:<sup>11</sup> a) el organismo detecta mediante receptores sensoriales los cambios de la energía de modo selectivo: cambios mecánicos, fóticos, químicos, térmicos y otros; b) las señales que parten de los receptores, alcanzan los centros nerviosos a diversos niveles; c) sólo aquellas que alcanzan determinados centros nerviosos cerebrales, al parecer con la participación primordial de la corteza, dan lugar a una sensación; d) otra parte de la información se procesa sin dar lugar a sensación alguna y en general, se utiliza en el proceso de actos involuntarios; e) las llamadas percepciones, son totalidades formadas de partes perceptuales; así por ejemplo la percepción de distancia se consigue con gran precisión mediante la integración de dos imágenes visuales; la percepción de la posición corporal se da como resultado de la integración de imágenes visuales, de sensaciones procedentes de los laberintos y otras originadas en músculos y tendones.

Por otra parte, la conciencia, considerada globalmente, es susceptible de regulación neuronal.<sup>12</sup> En efecto, la conciencia se manifiesta en estados, según diversos grados de atención. La atención es en realidad una variable de la conciencia que se coordina con los grados de "significación" del acontecer del ambiente con respecto a la "motivación" o impulso (*drive*) del individuo. Los grados de atención se mueven cíclicamente entre dos polos, el sueño y la vigilia y, en la zona de la vigilia, van desde la atención dispersa hasta la atención detallada o estado de alerta. El sueño se encuentra asimismo en distintos grados de conciencia. La atención dispersa se produce, por ejemplo, durante el reposo o al pasear, mientras que la atención concentrada se produce en el trabajo creativo.

La atención, por otra parte, se aplica tanto a la mera percepción del entorno como a la ejecución de actos voluntarios. Dentro de este tema, los estudios neurofisiológicos han dado algunos resultados valiosos que pueden enunciarse a grandes rasgos así:<sup>13</sup> 1) los diversos estados de conciencia se coordinan con estados neuronales específicos que se revelan por cambios en la actividad eléctrica del encéfalo; 2) existen circuitos corticomesencéfálicos y corticotalámicos que intervienen en la activación y desactivación de la corteza y así, en la regulación de los estados de conciencia tanto en la zona de la vigilia como en la zona de sueño; 3) los receptores periféricos influyen, al través de las vías eferentes, en los estados de conciencia; 4) los estados de conciencia influyen, al través de circuitos especiales, regulando la calidad y cantidad de información que se permite entrar al cerebro, mediante procesos conocidos como habituación y deshabitación.

—9—

Pero llegado este punto, surge una dificultad que se deriva del teorema descubierto por Popper<sup>14</sup> para los sistemas informacionales en general y que, aplicado al problema mente-cerebro, oscurece a la teoría monista y es a la vez la razón primordial, a menudo oculta, de la teoría dualista mente-cuerpo. El teorema se entiende muy bien intuitivamente en los siguientes términos: *ningún sistema informacional puede asimilar una representación detallada de sí mismo, incluyendo a la propia representación*. En efecto, en el momento que la representación  $R$  queda incluida, surge una representación  $R'$  que incluye a la representación  $R$  y, por consiguiente, siendo  $R'$  más completa que  $R$ , esta última deja de ser vigente; pero tampoco  $R'$  es vigente, pues no incluye una representación de sí misma; si incluimos una representación  $R''$  y luego  $R'''$ , en un intento de resolver el inconveniente, entonces el argumento no tiene fin. La representación  $R'$  incluye lo que podríamos llamar una "representación de la representación".

MacKay<sup>15</sup> ha estudiado las consecuencias del teorema de Popper en la neurofisiología de la conciencia. El teorema puede, entonces, enunciarse así en relación a nuestro tema: *el cerebro no puede asimilar una percepción detallada del organismo, a la vez que asimilar la propia percepción*. O en otros términos el cerebro no puede integrar un "saber" detallado del organismo y de sus relaciones con el entorno, incluido un "saber del saber"; es decir, el organismo no puede integrar una conciencia. De ahí se sigue el dualismo, pues el teorema equivale a decir que la conciencia— o "saber del saber"— no puede ser producto del cerebro y por ende, ya que de hecho la conciencia existe, esta ha de ser un don conferido al hombre.

Sin embargo, he aquí una solución monista y neurofisiológica de la integración de la conciencia y la

elaboración de neurocausas. Consideréense esquemáticamente los siguientes postulados: 1) el organismo todo, con fines de percepción y de ejecución de actos, se encuentra dividido en las mitades  $A$  y  $B$ ; 2) la mitad  $A$  incluye a la mitad  $\alpha$  del cerebro y se neurorelaciona con ella, mientras que la mitad  $B$  incluye a la mitad  $\beta$  del cerebro y se neurorelaciona con ella; 3) la mitad  $\alpha$  del cerebro asimila una representación  $A'$ , de la mitad  $A$  del organismo, excluida cualquier representación de la representación  $A''$ , pero asimila, mediante una neurorelación con  $\beta$ , una representación completa,  $B''$ , que incluye la representación  $B'$  de la mitad  $B$  del organismo; 4) la mitad  $\beta$ , de modo simétrico con la mitad  $\alpha$  asimila una representación  $B'$  de la mitad  $B$ , excluida cualquier representación  $B''$ , que incluye a la representación  $B'$ , pero asimila mediante una neurorelación con  $\beta$ , una representación completa,  $A''$ , que incluye a la representación  $A'$  de  $A$ ; 5) la mitad  $\alpha$  percibe y toma decisiones solamente con respecto a  $A$ , dado un saber de  $A$  (sin autoreferencia  $A'$ ) y además con un conocimiento detallado,  $B''$ , del acontecer en  $B$  incluido  $B'$ , y vice versa. La consecuencia primordial de esos postulados es que en la medida que las representaciones  $A'$  y  $B'$  son simétricas y entonces  $A' \equiv B'$ , tenemos que  $A'' \equiv B'' \equiv C$ . Por consiguiente hay una sola representación  $C$ , que decimos es la representación única del organismo. Es posible, en principio, que cada mitad esté a su vez constituida en dos módulos y por ende, que cada mitad contenga una representación detallada y única del organismo y así, sucesivamente, hasta arribar a módulos básicos; las mitades que representan estos módulos básicos ya no integran una representación.

Los experimentos originales de Bykov,<sup>16</sup> luego ampliados por el grupo de Sperry,<sup>17</sup> dan sustancia al modelo anterior; en efecto la conducta del perro, gato, mono y el hombre, después de la sección de todas las comisuras nerviosas que las interrelacionan, ha llevado a la conclusión que cada uno de los hemisferios cerebrales siente, percibe, recuerda, aprende y actúa voluntariamente con clara independencia del hemisferio contralateral. Es como si la operación hubiese creado dos mentes en un solo individuo a partir de la mente única, anterior a la operación. No contradice al modelo el hecho de que se observen algunas asimetrías entre la conducta del hemisferio derecho y el izquierdo, como es por ejemplo que el izquierdo es capaz de hablar mientras el derecho es mudo; este hecho se interpreta postulando que la conciencia del habla es propiedad de la operación conjunta de ambos hemisferios, mientras que la ejecución motora del lenguaje no-consciente, se integra en el hemisferio izquierdo solamente. Por otra parte, cada hemisferio puede poseer una conciencia propia, toda vez que la organización neuronal provee, en cada uno de ellos, al menos dos módulos en concordancia con los postulados del modelo.

Es interesante señalar que nuestro sistema muscular-esquelético, del cual tenemos conciencia, obedece de modo muy estricto a la simetría que exige el modelo; y que la distribución de nuestros órganos internos, cuyo funcionamiento pasa desapercibido, tiene una simetría muy imperfecta. Platón tal vez intuía la conexión entre la bella simetría bilateral de los seres humanos y su conducta, pues Aristófanes cuenta que Zeus los había hecho así, para dotarlos de prestancia y nobleza; había cortado en dos a sus antecesores que eran redondos y luego había virado sus rostros y genitales; pero advertía que si persistían en su insolencia, los hendería otra vez, a modo de dejarlos saltando en una sola pierna.

#### REFERENCIAS

1. Sherrington, C.: *The integrative action of the nervous system*. New Haven. Yale University Press. 1952.
2. Alonso de Florida, F. y Gijón, E.: *La integración del abrazo del batracio macho al nivel espinal*. Bol. Inst. Est. Méd. Biol. (Méx.) 20: 233, 1962.
3. Weymouth, F. W.: *The eye as an optical instrument*. En: *Physiology and biophysics*. Ruch, T. C. y Patton, H. D. (Eds.). Filadelfia, W. B. Saunders Co. 1965, p. 401.
4. Walsh, E. G. y Marshall, J.: *Physiology of the nervous system*. Londres, Longmans. 1957.
5. Kornhuber, H. H.: *Cerebral cortex, cerebellum and basal ganglia: an introduction to their motor functions*. En: *The neurosciences. Their study program*. Schmitt, F. O. y Worden, F. C. (Eds.). Cambridge, M. I. T. Press. 1974, p. 267.
6. Hess, W. R.: *Das Zwischenhirn*. Basilea, Benno Schwabe & Co. Verlag. 1954.
7. Delgado, J. M. R.: *Physical control of the mind*. Nueva York. Harper & Row Publ. 1969.
8. Guzmán-Flores, C.: *Cerebro-conducta*. GAC. MÉD. Méx. 98: 747, 1968.
9. Alonso de Florida, F. y Delgado, J. M. R.: *Lasting behavioral and EEG changes induced by prolonged stimulation of amygdala*. Amer. J. Physiol. 193: 223. 1958.
10. Popper, K. R. y Eccles, J. C.: *The self and its brain*. Berlín, Springer International. 1977.
11. Ruch, T. C.: *Neural basis of somatic sensation*. En *Op. cit.* en<sup>3</sup>, p. 318.
12. Eccles, J. C.: *Brain and conscious experience*. Nueva York, Springer-Verlag, 1966.
13. Hemmema, E.: *Organization of the motor systems-a preview*. En: *Medical physiology*. Mountcastle, V. B. (Ed.). Saint Louis, C. V. Mosby Co. 1974, p. 603.
14. Popper, K. R.: *Indeterminism in quantum physics and in classical physics*. Brit. J. Phil. Sci. 1, parte I: 117; parte II: 173. 1950.
15. MacKay, D. M.: *Cerebral organization and the conscious control of action*. En: *Brain and conscious experience*. Eccles, J. C. (Ed.). Nueva York, Springer-Verlag, 1966.
16. Bykov, K.: *Zbl. ges. Neurol. Psychiat.* 39: 199. 1925. Cit. por Glickstein, M.: *Neurophysiology of learning and memory*. En: *Op. cit.* en<sup>3</sup>, p. 480.
17. Sperry, R. W.: *Brain bisection and mechanisms of consciousness*. En: *Op. cit.* en<sup>15</sup>, p. 298.