

Este libro trata de transformar el punto de vista según el cual la mente es un conjunto de actividades del cerebro, y convertirlo en un sistema teórico, que viene a ser compatible con los más modernos resultados obtenidos tanto por los neurofisiólogos como por los psicólogos.

Mario Bunge expone que la idea de una entidad mental separada, independiente, no sólo resulta injustificada por los datos disponibles y los modelos psicológicos actualmente existentes, sino que choca frontalmente con las ideas más fundamentales de toda la ciencia moderna.

Del mismo autor es la obra *Controversias en Física*, publicada también por Editorial Tecnos.

Filosofía y Ensayo

ISBN-84-309-1174-X



9 788430 911745

tecnos

1217092

Mario Bunge

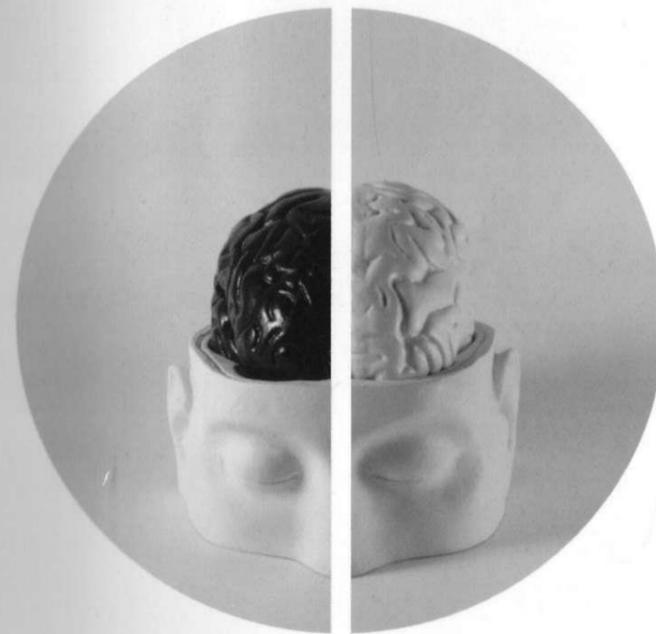
El problema mente-cerebro

tecnos

Mario Bunge

El problema mente-cerebro

Un enfoque psicobiológico



tecnos

MARIO BUNGE

EL PROBLEMA MENTE-CEREBRO

UN ENFOQUE
PSICOBIOLOGICO

EPILOGO DE
DONALD O. HEBB

TRADUCCION DE
BENITO GARCIA NORIEGA

SEGUNDA EDICION

tecno
s

Los derechos para la versión castellana de la obra
The Mind-Body Problem. A Psychobiological Approach
publicada por Pergamon Press Ltd., Oxford
son propiedad de Editorial Tecnos (Grupo Anaya, S.A.)

1.ª edición, 1985
2.ª edición, 1988
Reimpresión, 2002

Reservados todos los derechos. El contenido de esta obra está protegido por la Ley, que establece penas de prisión y/o multas, además de las correspondientes indemnizaciones por daños y perjuicios, para quienes reprodujeren, plagiaren, distribuyeren o comunicaren públicamente, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica, o su transformación, interpretación o ejecución artística fijada en cualquier tipo de soporte o comunicada a través de cualquier medio, sin la preceptiva autorización.

© MARIO BUNGE, 1980
© EDITORIAL TECNOS (GRUPO ANAYA, S.A.), 2002
Juan Ignacio Luca de Tena, 15 - 28027 Madrid
ISBN: 84-309-1174-X
Depósito Legal: M-20.334-2002

Printed in Spain. Impreso en España por Edigrafos

INDICE

| | |
|--|--------|
| NOTA DEL AUTOR A LA PRESENTE EDICIÓN | Pág. 9 |
| INTRODUCCIÓN A LA EDICIÓN ALEMANA | 11 |
| PREFACIO | 15 |
| INTRODUCCIÓN | 19 |
| CAP. 1. EL PROBLEMA MENTE-CEREBRO | 23 |
| 1. El problema y las principales soluciones propuestas | 23 |
| 2. Examen preliminar de las concepciones rivales | 24 |
| 3. A favor del dualismo | 31 |
| 4. En contra del dualismo | 37 |
| 5. Monismo psiconeural emergentista | 42 |
| 6. Breve historia del problema | 46 |
| CAP. 2. EL ÓRGANO | 52 |
| 1. Marco de referencia básico | 52 |
| 2. Unidades neurales | 54 |
| 3. Neuronismo, holismo, sistemismo | 58 |
| 4. Desarrollo y evolución | 63 |
| 5. Primeras definiciones | 67 |
| 6. Supuestos básicos sobre la plasticidad | 74 |
| 7. ¿Es el SNC una máquina? | 78 |
| CAP. 3. FUNCIONES | 84 |
| 1. Funciones del cerebro | 84 |
| 2. Representación de la actividad del SNC | 86 |
| 3. Estados y procesos mentales | 92 |
| 4. Interacción mente-materia | 101 |
| 5. ¿Dónde está la mente? | 106 |
| 6. Predicados mentalistas | 109 |
| CAP. 4. SENSACIÓN Y PERCEPCIÓN | 114 |
| 1. Sensores y sentir | 114 |
| 2. Percepción | 118 |

| | |
|---|-----|
| 3. Interludio: <i>Ding an sich</i> versus <i>Ding für uns</i> | 122 |
| 4. Mapas perceptuales | 124 |
| 5. Adaptación visual y reconocimiento de modelos | 128 |
| 6. Percepción anormal | 132 |
| CAP. 5. CONDUCTA Y MOTIVACIÓN | 136 |
| 1. Definiciones y principios | 136 |
| 2. Motivación [Drive], valor, elección | 142 |
| CAP. 6. MEMORIA Y APRENDIZAJE | 151 |
| 1. Memoria | 151 |
| 2. Aprendizaje | 156 |
| 3. Expectativa y propósito | 164 |
| 4. Naturaleza y educación | 168 |
| CAP. 7. PENSAR Y SABER | 171 |
| 1. Pensar | 171 |
| 2. Cognición | 178 |
| 3. Creatividad | 182 |
| 4. El «mundo» de las creaciones de la mente humana | 185 |
| CAP. 8. CONCIENCIA Y PERSONALIDAD | 189 |
| 1. Advertencia y conciencia | 189 |
| 2. Grados de conciencia | 192 |
| 3. Voluntad | 196 |
| 4. Yo | 199 |
| 5. Persona | 202 |
| CAP. 9. SOCIALIDAD | 205 |
| 1. Conducta social | 205 |
| 2. El cemento de los grupos sociales | 208 |
| 3. Comunicación | 212 |
| 4. Protoeconomía, protocultura, protopolítica | 216 |
| 5. Humanidad | 218 |
| 6. Conclusión | 220 |
| CAP. 10. CONCLUSIÓN: HACIA LA COMPRESIÓN DE LA MENTE | 222 |
| 1. Tipos de explicación psicológica | 222 |
| 2. La amenaza del dualismo y la promesa del monismo | 228 |
| EPÍLOGO: UN ENFOQUE CONDUCTUAL, POR DONALD O. HEBB | 233 |
| GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS | 237 |
| BIBLIOGRAFÍA | 239 |
| ÍNDICE DE NOMBRES | 255 |
| ÍNDICE DE MATERIAS | 259 |

NOTA DEL AUTOR A LA PRESENTE EDICIÓN

Este libro defiende el enfoque biológico del estudio del espíritu. En este sentido prolonga, aunque a un nivel modesto, la línea de investigación esbozada por el más gran neurocientífico del siglo: el hispanísimo y universalísimo Santiago Ramón y Cajal. Ya en 1894 Cajal había propuesto una interpretación psicológica de los rasgos de la morfología celular del tejido nervioso: o sea, proponía leer el alma levantando la tapa de los sesos, que es exactamente lo que se viene haciendo en psicología fisiológica y neuropsicología desde los trabajos pioneros de Wilder Penfield y Donald O. Hebb.

Resumiendo su comunicación de 1894, escribía Cajal en 1923: «Comparando la morfología y abundancia relativa de colaterales nerviosas y protoplásmicas de las pirámides cerebrales en la escala de los vertebrados, llégase a este resultado: la excelencia intelectual, y sus más nobles expresiones, el genio y el talento, no dependen de la talla o del caudal de las neuronas cerebrales, sino de la copiosidad de sus apéndices de conexión o, en otros términos, de la complejidad de las vías de asociación a cortas y largas distancias» (Cajal, 1981, p. 188).

Otra de las conjeturas favoritas de Cajal era lo que hoy se llama «hipótesis de Hebb», en honor del epílogo de este libro, quien la formulara independientemente en 1949. En efecto, uno de los resultados a que hacía referencia Cajal era éste: «Explicación de la adaptación y destreza profesional, o sea, del perfeccionamiento funcional acarreado por el ejercicio (educación física, operaciones de hablar, escribir, tocar el piano, maestría en la esgrima, etc.), tanto por el robustecimiento progresivo de las vías nerviosas (conjetura sugerida por Tanzi y Lugaro) excitadas por el paso de la onda, como por la creación de nuevos apéndices celulares (crecimiento de nuevas dendritas y alargamiento y ramificación de colaterales nerviosas, no congénitas), susceptibles de mejorar el ajuste y la extensión de los contactos, y aun de organizar relaciones absolutamente nuevas entre neuronas primitivamente inconexas» (Cajal, 1981, p. 188). Esta hipótesis, también llamada del «uso y desuso», y de la «plasticidad neuronal», explica tanto el aprendizaje como el olvido en términos estrictamente biológicos. También explica la creación original, que en cambio es un misterio para la psicología informacional, que estudia las computadoras en lugar de investigar el cerebro. La hipótesis de

Cajal-Hebb ha sido matematizada, como se verá en el texto, y ha sido confirmada experimentalmente. Es uno de los ejes de este libro.

Los discípulos de Cajal hicieron honor al maestro continuando parte de sus investigaciones, no sólo en España sino también en México, Argentina y Venezuela. Desgraciadamente casi todos ellos se limitaron a estudiar la anatomía y fisiología del sistema nervioso, descuidando el problema de sus correlatos psicológicos. El vacío fue llenado por conductistas, informativistas e incluso psicoanalistas, ninguno de los cuales investiga el sistema nervioso. Es hora de que se forme una vigorosa escuela psicobiológica en la comunidad hispanoamericana: una escuela que ponga en práctica el programa de Cajal, de estudiar el espíritu en la materia. Ojalá que este librito aporte un grano de arena para la construcción de semejante escuela, al estimular a algunos jóvenes psicólogos, neurobiólogos y filósofos a que se decidan a abordar el viejo problema del alma de manera científica, como lo había propuesto Cajal.

He aprovechado esta oportunidad para mejorar el original inglés. En particular, he aclarado o corregido varios enunciados y he agregado algunas referencias a resultados recientes en neurofisiología y psicología fisiológica. Este libro se publica casi al mismo tiempo que la versión alemana; la japonesa apareció en 1982.

MARIO BUNGE

INTRODUCCION A LA EDICION ALEMANA*

A muy pocas personalidades, por relevantes que sean, les es dado configurar de una manera decisiva la geografía intelectual de una época científica. Mario Augusto Bunge pertenece a ese pequeño círculo de filósofos de la ciencia cuyas obras se han convertido en auténticos hitos dentro del paisaje espiritual de la Filosofía de la Ciencia actual. Nacido en 1919 en Buenos Aires, comenzó su carrera científica como físico teórico. Tras su doctorado en 1952, fue nombrado catedrático de dicha especialidad en el año 1956; sin embargo, poco después, en 1957, se hizo cargo de la especialidad de Filosofía de la Ciencia en su ciudad de origen, Buenos Aires. Después de ocupar diversas plazas como profesor invitado en los Estados Unidos, se instaló, ya completamente dedicado a la Filosofía, en Canadá, en la McGill University de Montreal, donde regenta la cátedra de dicha disciplina.

La filosofía de Mario Bunge se alimenta de dos fuentes: de un conocimiento detallado de los hechos científicos aislados, así como de sus conexiones, y de la tradición analítica de la filosofía tal y cómo surgió tras su viraje lingüístico. Con estos presupuestos Mario Bunge ha construido un sistema filosófico que, aunque se sirve, desde un punto de vista formal, de los métodos analíticos, es decir, hace un uso amplio de la Lógica Matemática y de la Semántica, hasta el punto de que introduce medios algebraicos incluso en la Ontología — algo completamente desusado en la tradición occidental —, sin embargo sigue una línea totalmente independiente en la medida en que combate con toda dureza las tendencias positivistas, behavioristas y subjetivistas del primer empirismo lógico. Las líneas estructurales de la filosofía de Mario Bunge son nítidas. Tampoco teme ejercer una crítica dura, dentro del propio ámbito de la Filosofía de la Ciencia, cada vez que considera que los filósofos analíticos están a punto de caer en una neo-escolástica irrelevante y estéril en comparación con los auténticos, con los urgentes problemas científicos. La estrecha vinculación de su quehacer filosófico

* B. Kanitscheider, «Einführung in die deutsche Ausgabe», en M. Bunge, *Das Leib-Seele-Problem*, J. C. B. Mohr, Tübingen, 1984.

con el complejo de problemas que aparecen efectivamente en las distintas teorías científicas y su tendencia a crear grandes nexos coherentes le han llevado a construir un sistema filosófico sin precedentes en la filosofía analítica.

Los filósofos analíticos tienden a entresacar cuestiones estrechamente delimitadas y a examinarlas con minuciosidad desde un punto de vista lógico sin trasladar los resultados de sus análisis lingüísticos a marcos más amplios. Por el contrario, la actividad filosófica de Mario Bunge muestra ya, desde sus primeras obras, una marcada tendencia sistemática. Aunque aplica, con auténtico virtuosismo, el instrumental analítico en sus múltiples campos de investigación (desde las ciencias sociales a la neurofisiología) que sobrepasan ampliamente el ámbito de su primera especialidad, sus grandes obras de los años sesenta, como *La investigación científica* y *Fundamentos de física*, muestran ya un alto grado de sistematización.

Esta impresión de que nos hallamos ante una nueva unidad de la Filosofía, basada, por una parte, en las afirmaciones corroboradas de las principales teorías científicas y, por otra, en el método axiomático, queda reforzada cuando se toma en consideración su gran obra *Tratado de filosofía básica*, en la que se trata, con un rigor completamente desconocido en la tradición filosófica, disciplinas básicas de la Filosofía, como la Semántica, la Ontología, la Teoría del Conocimiento, y la Ética. Con su planteamiento filosófico deshace, al mismo tiempo, el prejuicio de la Filosofía clásica de que las cuestiones de Metafísica no se pueden tratar de una manera sobria, clara, expresable formalmente, y la tesis, convertida desde Wittgenstein en dogma, de que los resultados científicos son irrelevantes para la Filosofía. Sus análisis conceptuales detallados ponen al descubierto los múltiples supuestos filosóficos que se han ido introduciendo en las teorías científicas, con lo cual refuta la tesis de la pretendida neutralidad filosófica de la ciencia. Normalmente se suele tachar de cientificista a una filosofía que considere relevantes para el tratamiento de sus problemas los resultados de las distintas ciencias descriptivas. Sea lo que sea lo que se pretende decir con este insulto de moda, el reproche que encierra sólo estará parcialmente justificado en el caso de que la filosofía en cuestión haya renunciado a su labor crítica, pretendiendo zafarse de su responsabilidad de poner al descubierto, con medios conceptuales, errores evidentes en la construcción de teorías científicas. Mario Bunge nunca ha tenido miedo de atacar determinadas interpretaciones de teorías científicas, como la concepción de la Escuela de Copenhague de la mecánica cuántica, ni de criticar proyectos teóricos, como la *Steady State-Theory*. Naturalmente esto es posible sólo cuando se está en posesión de una filosofía de la ciencia afianzada, meditada y bien fundamentada desde la que se puedan criticar de forma

no-dogmática pretensiones cognoscitivas desmedidas o esquemas mentales equívocos.

El sistema de Mario Bunge se apoya en una Ontología en la que la cosa concreta, sus propiedades, estados y procesos actúan como conceptos básicos, mientras que los objetos conceptuales se sitúan en un nivel derivado. Cosa, sistema, propiedad, sobre todo propiedad emergente, estado, acontecimiento y nivel de organización son conceptos ontológicos que hacen posible el tratamiento, en el sistema de Bunge, del viejo problema de las relaciones mente-cerebro. En pocas ocasiones resulta tan patente la necesidad y la ventaja de un marco lingüístico nítido como en el tratamiento de esta cuestión, gravada de polémicas ideológicas y emocionales. ¿Acaso no está ya sugerida en la formulación clásica del problema de las relaciones mente-cerebro una dirección determinada que descalifica de entrada a ciertos marcos conceptuales por insuficientes? Este es precisamente el prejuicio que Bunge se propone atacar analizando el problema en un contexto semántico y demostrando la superioridad del monismo. Esta posición no se debe confundir con un simple materialismo. Pues precisamente lo que hace es poner de relieve lo mental, sin provocar, por ello, una ruptura con las teorías de la esfera psico-biológica científicamente respaldadas. Las peculiaridades de lo anímico-espiritual se reconstruyen en el marco de un sistema teórico que trasciende ampliamente las posiciones de un Barón von Holbach, de un La Mettrie o de un Helvetius.

El mismo Bunge acuña para su concepción la expresión «materialismo emergente», denominación que remite a dos cuestiones. En primer lugar, al hecho de que hay que dar cuenta de la autonomía de lo mental sin introducir una sustancia enigmática cuyas relaciones con la esfera de lo físico, químico o biológico serán siempre oscuras, y, en segundo lugar, a una organización estratificada de la realidad en la cual lo anímico-espiritual, en cuanto actividad del sistema nervioso central, es a la vez la esfera más compleja y, al menos provisionalmente, el último estadio de la evolución en la morfogénesis. La solución materialista no tuvo nunca una gran acogida en la filosofía europea. Los representantes de los sistemas idealistas y espiritualistas eran demasiado poderosos, y demasiado débiles sus antagonistas, que además estaban poco diferenciados. Un materialista —no había otra forma de explicarlo— es un filósofo que no ha entendido la idiosincrasia de lo anímico, alguien que tiene que dejar sin aclarar todo lo que no cabe en su sistema y que elimina lo que no es capaz de hacer inteligible. Era inconcebible que en un marco conceptual materialista aparecieran conceptos fundamentales como conciencia, voluntad, persona, pues precisamente una filosofía así debe ver en estos términos denominaciones de puros artificios. El haber podido demostrar que esto no es así, que el materialismo clásico pasó por alto una posibilidad filosófica,

constituye una prueba más del poder que conlleva y las ventajas que comporta el disponer de un análisis preciso del lenguaje, el cual precisamente revela la posibilidad de esta posición intermedia. A todos los filósofos que hasta ahora han tenido la convicción de que no existe ninguna alternativa entre un reduccionismo, que niega la realidad de lo mental y pretende reducirlo a una descripción puramente física, y una concepción emergentista, que pretende separar la esfera de lo mental del resto de la naturaleza afirmando que es absolutamente inexplicable, a todos estos filósofos se les invita a tomar nota de que han pasado por alto una posibilidad conceptual. Esto implica naturalmente que la esfera de lo anímico no constituye ningún «Ignorabimus-mundo» y que la pretendida resistencia de lo mental a ser analizado no es más que la autojustificación de un oscurantismo dogmático. El espacio mental interno del hombre no está más allá de la Naturaleza y se puede investigar, respetando su particularidad ontológica, con los mismos procedimientos, objetivos y metódicamente controlados, de la ciencia que el resto de las esferas ópticas en las que el hombre participa.

El libro de Mario Bunge *El problema mente-cerebro*, brillante fragmento de la Filosofía de la ciencia material, constituye un auténtico desafío para las concepciones de aquellos filósofos que se preocupan por la naturaleza del hombre y su posición dentro de la realidad esclarecida por la ciencia.

BERNULF KANITSCHIEDER
Catedrático de Filosofía
Universidad de Giessen
República Federal Alemana

PREFACIO

Estamos acostumbrados desde tiempo inmemorial a explicar nuestra conducta y nuestra experiencia subjetiva en términos de un alma o una mente y de sus propiedades putativas. Esto hace que digamos cosas como «Tengo X en mi mente», «Su alma estará descansando en paz», «Alma mía» y «No me lo miente».

A comienzos de nuestro siglo eminentes psicólogos y neurofisiólogos se dedicaron a proclamar que hablar de la mente no era científico, que se trataba de un mero remanente de la superstición primitiva. Pedían que se abandonaran no sólo la noción teológica de alma inmaterial e inmortal, sino también las ideas de capacidad, disposición, estado y proceso mental. Algunos de ellos tendieron, poco a poco, y con éxito, a hablar sólo de hechos observables, sean movimientos del animal o de alguna de sus partes.

Esta excomunión del concepto de mente paralizó a algunos filósofos, sobre todo a los que tenían inclinaciones positivistas —que, a fin de cuentas, fueron los inspiradores del movimiento conductista. Otros continuaron escribiendo sobre mentes, intenciones, imágenes mentales y similares. Lo cual era de esperar, porque la mayor parte de los filósofos no prestan atención a los científicos.

Mientras tanto el eminente Jean Piaget, olvidándose de la prohibición conductista, comenzó a investigar la emergencia y el desarrollo de las capacidades mentales en los niños y en los adolescentes. Dos décadas más tarde estalló otra rebelión igualmente influyente: Donald Hebb estableció que las asambleas neuronales no se limitan a detectar y procesar estímulos: también pueden idear. Y proclamó que la psicología humana trata de la mente. Poco después el lingüista Noam Chomsky lanzó un ataque directo contra la psicología sin mente —sin que, lamentablemente, preservara al sistema nervioso. Todo esto señaló el comienzo del fin de la larga y aburrida noche del conductismo.

El concepto de mente ha vuelto y probablemente sea para bien. No son los psicólogos y los filósofos los únicos que se atreven a escribir sobre él; también lo hacen algunos neurofisiólogos. Hasta los etólogos han descubierto que animales distintos del hombre pue-

den advertir lo que hacen, e intentan explicar parte de su conducta basándose en el supuesto de que tienen capacidades mentales.

¿Es esta vuelta al concepto de mente un mero retorno a la antigua idea teológica de una entidad inmaterial, posiblemente perdurable, que revolotea encima del cerebro y que sobrevive a su disolución? En algunos casos ocurrió así. Seguramente esa resurrección no sirva a la ciencia de gran ayuda: aunque no necesitemos la idea de una idea, esta idea no tiene porqué ser idealista, mejor dicho: no lo puede ser si queremos que concuerde con la ciencia. Como la ciencia sólo trata con entidades concretas, porque sólo reconoce y acepta las propiedades de esas cosas, y no las propiedades en sí mismas, no utiliza las propiedades y cambios en la medida en que no son propiedades o cambios de alguna entidad concreta, sea ésta un átomo o una neurona, un cerebro o una galaxia. No hay ningún problema en que hablemos de estados o sucesos mentales, siempre que no los asignemos a una entidad inmaterial, invariable e inescrutable; lo que hay que hacer es identificarlos con estados o sucesos del cerebro.

Esta hipótesis, que la mente es una colección de funciones cerebrales, a pesar de ser tan vieja, sigue establecida sólo a medias. Aunque ha inspirado a filósofos, a psicólogos fisiológicos y a neurofisiólogos, todavía no ha sido formulada como teoría bien organizada. A menos que la desarrollemos como una teoría propiamente dicha no será más que un sustituto pobre para el mito del alma. Evidentemente, es más fructífera que éste último, que, en el mejor de los casos, es estéril; y, sin embargo, por el momento no ha pasado de ser una conjetura embrionaria.

El principal objetivo de este libro es intentar transformar esta concepción — que la mente es un conjunto de actividades cerebrales— en un marco teórico que, además, sea compatible con los últimos resultados neurofisiológicos y psicológicos, y que sea, también, capaz de inspirar posteriores avances en la investigación. (La neurofisiología es necesaria, pero no suficiente, pues tiende a descartar categorías psicológicas, como la de propósito y la de pensamiento. Y la psicología, aunque es igualmente necesaria, tampoco es suficiente —a menos que sea fisiológica— puesto que tiende a olvidar el sistema nervioso.) Esta es la parte constructiva de este libro.

También tiene este libro una cara polémica. Intenta mostrar que la idea de una entidad mental independiente no es sostenible por los datos de que disponemos ni por los modelos psicológicos existentes, sino que choca frontalmente con las ideas fundamentales de la ciencia moderna, por lo que se transforma en un muro en el camino del progreso.

Los coleccionistas de datos pueden estimar en poco ambos aspectos de este libro, el teórico y el crítico. La recolección de datos es una parte de la investigación científica, pero no lo es todo en ella. Ya hace mucho tiempo que Henri Poincaré señaló que la ciencia no es

un amontonamiento de datos, sino un edificio construido con datos e hipótesis; y la crítica, sobre todo de lo que está fuera de la ciencia, es lo que le da gracia a la ciencia. Esto sirve sobre todo cuando nos ocupamos de problemas, como el de la naturaleza de la mente, que no son sólo problemas científicos, sino también filosóficos e ideológicos.

En la escritura de este libro me he beneficiado de intercambios con numerosos alumnos y con los profesores Dalbir Bindra † (Psicología, McGill), Theodore H. Bullock (Neurociencia, California, SD), Víctor H. Denenberg (Ciencias bioconductistas, Connecticut), José Luis Díaz (Investigaciones biomédicas, UNAM), Bernardo Dubrovsky (Psiquiatría, McGill), Augusto Fernández Guardiola (Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, México, DF), Rodolfo Llinás (Fisiología y Biofísica, NYU Medical Center), Michel Paradis (Lingüística, McGill), Rafael Pérez Pascual (Instituto de Física, UNAM), Roger Palfree (Biología, Queen's), Harold Pinsky (University of Texas Medical Branch), Pablo Rudomín (Centro de Estudios Avanzados del IPN), Paul Weingartner (Instituto de Filosofía, Universität de Salzburg), y Eugene Yates (Biomedical Engineering, University of Southern, California). También estoy agradecido a mi padre, Augusto Bunge (1877-1943), por haberme inculcado una concepción del mundo orientada científicamente, naturalista y evolutiva. Por último, aunque no son menos importantes, estoy en deuda con mis compañeros de juegos infantiles, el perro tejonero Dacki, el pastor belga Rip y el mono Titi, porque me enseñaron que el hombre no es el único que tiene mente.

MARIO BUNGE

INTRODUCCION

Este libro trata de uno de los problemas más antiguos, más fascinantes y más difíciles de los que se encuentran en la intersección entre la ciencia y la filosofía; se trata del denominado *problema mente-cerebro*. Este es el sistema formado por todas las cuestiones, que ya vienen de antiguo, que tratan de la naturaleza de lo mental y de sus relaciones con lo corporal.

Algunos de los problemas pertenecientes al sistema de problemas mente-cerebro son los siguientes. ¿Son la mente y el cerebro dos entidades independientes? Si lo son, ¿cómo se mantienen unidas y juntas en el mismo organismo vivo? ¿Cómo establecieron contacto al principio, cómo se separan al final y qué ocurre con la mente después de la descomposición del cerebro? ¿Cómo se las arreglan las dos entidades para funcionar sincrónicamente? ¿Qué significa decir que los estados mentales tienen correlatos neurales? ¿Interactúan esas entidades? Y si lo hacen, ¿cómo lo hacen? ¿Cuál es la que domina?

Si, por el contrario, la mente y el cerebro no son entidades independientes, ¿es, entonces, la mente corpórea? ¿O es que ocurre lo contrario, es decir, es el cerebro una forma de la mente? ¿O es cada una una manifestación de una substancia simple inaccesible y subyacente (y, por tanto, neutral)? En cualquier caso, ¿qué es la mente? ¿Una cosa, una colección de estados, un conjunto de procesos en una cosa, o absolutamente nada? Y, sea lo que sea, ¿es sólo física, o es algo más? Y, en éste último caso —esto es, si la mente es emergente con respecto al nivel físico—, ¿la podemos explicar científicamente o sólo puede ser descrita utilizando el lenguaje ordinario?

Está claro que el problema mente-cerebro es un hueso duro de roer —seguramente más duro que el problema de la materia— hasta tal punto que algunos científicos y filósofos desesperan de poder resolverlo algún día. Sostenemos que el problema es, efectivamente, difícil; pero creemos que se puede resolver, y en este libro esbozaremos una posible solución para él. Pero antes de hacer esto tendremos que efectuar una exploración filosófica y una limpieza conceptual, porque parte del problema reside en que habitualmente está formula-

do en términos inadecuados, a saber: en los del lenguaje ordinario. Este es un lenguaje inadecuado no sólo porque el lenguaje ordinario es impreciso y pobre, sino también porque los lenguajes europeos se encuentran contaminados con una solución preconcebida del problema, la del dualismo psicofísico, doctrina según la cual la mente y el cerebro son entidades independientes.

Para empezar, la propia expresión «problema mente-cerebro» sugiere que la mente y el cuerpo son dos entidades en pie de igualdad, como si se tratara de compañeros en una empresa común. Sin embargo, no solemos hablar del problema movimiento-cuerpo en mecánica, o del problema reacción-sustancia en química, o del problema digestión-tracto digestivo en fisiología, o del problema desempleo-desempleados en sociología. De lo que sí hablamos es del movimiento de los cuerpos, de la función digestiva del tracto digestivo, etc. No cosificamos las propiedades, estados o sucesos —excepto cuando se trata de las propiedades, estados y sucesos del sistema nervioso. Es necesario que tapemos de una vez este boquete que permite que el estudio de la mente siga siendo anómalo desde el punto de vista científico. Proponemos hacerlo abandonando el lenguaje ordinario, adoptando en su lugar el lenguaje del espacio de estados, lenguaje que es matemáticamente preciso y que, además, lo comparten la ciencia y la filosofía científica.

Por tanto, la primera dificultad que presenta el problema mente-cerebro es que está formulado en términos del lenguaje ordinario, lo cual es más grave si tenemos en cuenta que hasta los filósofos del lenguaje, que se caracterizan por su nula curiosidad científica, se sienten libres de especular sobre él. (Cf. los ensayos de psicología filosófica de Wittgenstein y sus seguidores, sobre todo Anscombe, Austin, Pears y Wisdom, ninguno de los cuales presta la menor atención a la psicología fisiológica ni a la matemática.)

Una segunda dificultad proviene de la extrema juventud de la neurociencia: recordemos que la hipótesis neuronal sobre el cerebro de Ramón y Cajal tiene menos de un siglo, y estuvo olvidada hasta hace cincuenta años. En los tiempos antiguos ya hubo importantes y esporádicos descubrimientos, comenzando por la hipótesis de Hipócrates de que el cerebro —y no el corazón ni el hígado— era el órgano de la emoción y el pensamiento, y que la epilepsia era un desorden cerebral. Sin embargo, un ataque concertado a todos los aspectos del problema no ha comenzado hasta hace pocos años, sobre todo por medio del Neurosciences Research Programm [Programa de Investigación en Neurociencia]. (Ver, por ejemplo, Worden y otros, 1975.)

Una tercera dificultad proviene de que no es un problema estrictamente científico, sino que se trata también de un problema filosófico. De hecho se trata de un problema metafísico tradicional, problema que, además, ha desencadenado las mayores pasiones —y, por tanto,

también los mayores cuidados por miedo a la represión. Además, una formulación auténtica del problema mente-cerebro presupone una serie de nociones ontológicas que están muy lejos de estar claras en la tradición metafísica —principalmente las nociones de sustancia (o materia), propiedad, estado, suceso, emergencia y grado de organización. Por esta razón todos los argumentos sobre si existe o no una sustancia mental, o si existen o no estados mentales que no sean estados cerebrales, exige una dilucidación previa de los conceptos generales de sustancia y estado. (En Bunge, 1977a, se pueden encontrar detalles sobre estos conceptos.)

En cuarto y último lugar, otra razón para que las investigaciones en el problema mente-cerebro se encuentren tan atrasadas es que no sólo pertenece a la ciencia y a la filosofía; también pertenece a la ideología. Todas las religiones y algunas ideologías políticas poseen intereses creados en el problema, e incluso algunas proclaman que es propiedad exclusiva suya. Esto hace que en lugar de estar interesados en la investigación y discusión del problema estén ansiosos porque aceptemos sus propias soluciones.

En resumen, han existido diversos obstáculos que dificultaron el estudio científico de la mente. Afortunadamente alguno de esos obstáculos están desapareciendo con bastante rapidez, gracias a lo cual la ciencia de la mente está efectuando importantes progresos. De hecho están convergiendo tres corrientes inicialmente independientes: la neurociencia, la psicología y la filosofía. En las últimas dos décadas los neurofisiólogos comenzaron a estudiar las funciones mentales de los sistemas neurales, los psicólogos fisiológicos han comenzado a descubrir algunos de los mecanismos neurales que «median» o «sirven» a la conducta, y los filósofos han comenzado a analizar algunos de los conceptos claves que tienen que ver con el problema y a revisar la antigua doctrina de que las funciones mentales son una clase de funciones corporales. Todavía queda un largo camino hasta alcanzar la madurez, pero la ciencia de la mente, finalmente, ha conseguido despegar.

Este libro ofrecerá un examen de las doctrinas rivales sobre la mente y, también, un marco general para construir teorías específicas de las capacidades mentales. Nuestro marco de referencia será tan exacto como sea posible, pues creemos en la claridad, sobre todo cuando estamos tratando con cuestiones enrevesadas y controvertidas. Esto hace que no intentemos responder a la pregunta de si la mente existe sin haber definido previamente el concepto de mente: ya ha habido durante miles de años suficiente oscuridad sobre este punto, oscuridad debida en parte a la repugnancia mostrada por los filósofos y teólogos a establecer sus tesis con un mínimo de claridad. Por supuesto, no intentaremos definir todos y cada uno de nuestros términos, pues esto nos haría caer en circularidad. Tomaremos prestados algunos de ellos de la biología y otros de la filosofía exacta,

y caracterizaremos nuestros conceptos básicos (indefinidos) por medio de postulados (o supuestos iniciales), del mismo modo que hace en las ciencias exactas. Y al postular (o suponer), tanto como al definir, intentaremos mostrar con la mayor claridad posible la estructura de nuestros conceptos. Por esto representaremos las propiedades cerebrales como funciones matemáticas, interpretaremos los estados cerebrales como valores de listas de ciertas funciones, y los procesos cerebrales como secuencias de esos estados. Al proceder de este modo, en lugar de hacerlo del modo informal característico de casi toda la literatura sobre el problema mente-cerebro, evitamos la oscuridad y establecemos una conexión de gran fuerza con la neurobiología matemática y la filosofía exacta. Sin embargo, reduciremos las matemáticas al mínimo posible, pudiendo el lector que no esté interesado en la formalización omitir la lectura de las fórmulas, aunque no podrá omitir, por supuesto, enunciados como «La mente de un animal no es una entidad sino un conjunto compuesto por parte de sus procesos cerebrales».

CAPITULO I

EL PROBLEMA MENTE-CEREBRO

1. EL PROBLEMA Y LAS PRINCIPALES SOLUCIONES PROPUESTAS

Habitualmente decimos que percibir, sentir, recordar, imaginar, desear y pensar son estados o procesos mentales. (Por el momento ignoraremos la singular concepción que afirma que estos hechos no existen.) Puesto que los estados o procesos no existen en sí mismos, sino que son estados *de* alguna entidad y procesos *en* alguna entidad debemos preguntarnos *qué* es lo que «mienta» — esto es, cuál es la cosa que percibe, siente, recuerda, imagina, desea y piensa. Este es el verdadero núcleo del denominado problema mente-cerebro: la identificación del sujeto de los predicados mentales.

Al encarar este problema podemos adoptar tres posturas diferentes: considerar que es un pseudoproblema, que es un auténtico problema, aunque insoluble y, por último, que es un auténtico problema que tiene solución. La primera fue la postura adoptada por el conductismo, la reflexología y el positivismo lógico basándose en la afirmación filosófica de que lo único que se puede estudiar científicamente es la conducta manifiesta. Pero éstos ya hace bastante tiempo que bajaron del burro. La segunda postura, adoptada por Hume (1739) y popularizada hace un siglo por el filósofo, psicólogo y sociólogo Herbert Spencer (1862) y por el fisiólogo Emil Du Bois Reymond (1872), afirma que ni sabemos ni nunca sabremos (*ignoramus et ignorabimus*) cómo surgen los fenómenos mentales a partir de las actividades cerebrales. Esta concepción está tan desfasada como estéril es.

Los que conservan la esperanza de resolver el problema mente-cerebro han dado respuestas que podemos dividir en dos grupos. Según uno lo que mienta (percibe, desea, piensa, etc.) es la mente (o el alma o el espíritu); según el otro es el cerebro el que lo hace. Según los primeros la mente es una entidad inmaterial en la que se dan todos los estados y procesos mentales: sentimientos, recuerdos, ideas y similares estarían, según éstos, en la mente. El segundo conjunto de respuestas afirma que la mente no es una cosa independiente sino un conjunto de funciones o actividades cerebrales: percibir, imaginar, pensar, etc., serían entonces procesos cerebrales.

Hay ocasiones en que los defensores de la autonomía de la mente niegan la realidad de los cuerpos y, en general, de las cosas concretas: se trata de los monistas espiritualistas («Sólo hay experiencias»). Casi todos los que hoy día creen en el estado separado de la mente reconocen la existencia de cuerpos junto a las mentes: son los denominados *dualistas psicofísicos*, que se presentan de varias maneras, todas las cuales comparten la convicción de que la mente posee una existencia independiente del cerebro.

Por otra parte a los que sostienen que lo mental es una función corporal (neural) los llamamos *monistas psicofísicos*: por supuesto también éstos se manifiestan con diversas variantes. En particular existen, en un extremo, los monistas niveladores, y en el otro los monistas emergentistas. Los primeros niegan que el cerebro difiera cualitativamente de otros sistemas materiales, en particular de las computadoras, cosa que los últimos afirman. (Del mismo modo los niveladores niegan la tesis emergentista de que las funciones mentales del cerebro son distintas de sus funciones cerebrales.) Pero tanto los niveladores como los emergentistas que estamos considerando esperan poder explicar lo mental por medio del estudio de los componentes cerebrales y de sus interacciones: es decir ambos son reduccionistas aunque de tipos diferentes. En la próxima sección nos ocuparemos de esta diferencia.

Resumiendo: Hay dos tipos de soluciones al problema mente-cerebro, el *monismo psicofísico* y el *dualismo psicofísico*. Cada uno de estos tipos incluye por lo menos cinco doctrinas distintas (ver Tabla 1.1, adaptada de Bunge, 1977b). Detalles sobre varias de estas doctrinas se pueden encontrar en Armstrong (1968), Borst (1970), Cheng (1975), Feigl (1967), Globus *et al.* (1976), Glover (1976), Hampshire (1966), Margolis (1978), O'Connor (1969), Popper y Eccles (1977), Smythies (1965) y Vesey (1964). A continuación efectuaremos un rápido examen de estas diez doctrinas.

2. EXAMEN PRELIMINAR DE LAS CONCEPCIONES RIVALES

No necesitamos considerar la tesis independentista $\mathcal{Q}1$ puesto que la introspección y la neurociencia nos dicen que lo corporal y lo mental —sea lo que sea esto último— son interdependientes. La tesis del paralelismo o sincronización $\mathcal{Q}2$ en lugar de responder al problema establece un supuesto, ya que lo que deseamos saber es precisamente cuáles son las peculiaridades de lo mental y cuál es el mecanismo que genera las secuencias «paralelas» de estados fisiológicos y mentales. Decir que los acontecimientos mentales poseen «correlatos» neurales no proporciona mucha información a menos

que indiquemos qué es un estado mental (en términos que no sean del lenguaje ordinario) y que expliquemos la naturaleza de la «correlación» con sus «correlatos» neurales. Estas razones hacen que la vaguedad de $\mathcal{Q}2$ llegue al extremo de que cualquier dato la pueda confirmar mientras que es incapaz de sugerir experimentos ni teorías. Por tanto, $\mathcal{Q}2$ no es una hipótesis científica, por lo que la descartamos.

Desde el punto de vista dualista nos encontramos con las tesis que reconocen que una sustancia actúa sobre la otra. Sin embargo también en este caso se supone que sólo conocemos lo físico, mientras dejamos lo mental en la oscuridad o, como mucho, al cuidado de los filósofos no científicos o de los teólogos. Por supuesto que entendemos qué es para una neurona, un sistema neural, o cualquier otra cosa, encontrarse en determinado *estado*: un estado de una cosa es la lista de las propiedades que posee en el momento de que se trate. También entendemos qué es un suceso o proceso neural, a saber: un cambio en el estado —por tanto, cambio en algunas propiedades— de una unidad neural (neurona, conjunto de neuronas o el sistema nervioso completo). En consecuencia también sabemos qué es que una unidad neural (neurona o conjunto de neuronas) actúe sobre otra: *A* actúa sobre *B* si y sólo si los estados de *B* cuando está conectado con *A* son distintos de los estados de *B* cuando no está conectado. Resumiendo: Poseemos una idea general y precisa de los estados y funciones (procesos) de cosas concretas, como son las neuronas y los sistemas neuronales. (Ver Bunge, 1977a, b.)

Pero estas ideas generales y precisas de estado y suceso, comunes a todas las ciencias, no se pueden transferir a la mente. (Si se puede nadie ha demostrado cómo.) En particular no ha sido demostrado que el humor, la memoria y la ideación sean propiedades o cambios de propiedades de una sustancia mental (mente, alma o espíritu). En resumen, los conceptos de estado mental, proceso mental y suceso mental no tienen lugar en el marco de la ciencia contemporánea a menos que los interpretemos en términos neurales, es decir, como un estado, un suceso o un proceso cerebral. Esta es una de las razones de la incapacidad de los dualistas para superar el estadio de las formulaciones verbales y metafóricas. Por esto no hay ningún modelo dualista elemental —en particular matemático— en psicología fisiológica. Y esto es también por lo que el dualismo es el favorito de los filósofos del lenguaje y de la psicología filosófica.

Resumiendo: el epifenomenalismo ($\mathcal{Q}3$), el animismo ($\mathcal{Q}4$) y el interaccionismo ($\mathcal{Q}5$) son tan imprecisos como el paralelismo ($\mathcal{Q}2$), lo cual no es de extrañar puesto que se trata de concepciones populares, es decir, no científicas. (Recordemos que el conocimiento ordinario es en buena medida superstición popular.) Al no precisar hipótesis, difícilmente podemos someterlas a contrastación empírica. Además, aunque formuláramos el paralelismo y el interaccionismo de un modo preciso puede que no fuera posible decidir entre ellos basán-

dose en los datos empíricos. En efecto, parece que todas las experiencias psicológicas y los experimentos psicofisiológicos se pueden interpretar (o malinterpretar) en términos paralelistas o interaccionistas, puesto que según ambas doctrinas los sucesos neurales son simultáneos con sus «correlatos» mentales.

Hemos llegado a la conclusión de que las dos variedades más populares del dualismo psiconeural, el paralelismo y el interaccionismo, son conceptualmente diferentes, pero poseen igual ambigüedad y son equivalentes empíricamente (en la medida en que concuerdan, con demasiada facilidad, con los mismos datos empíricos). Estas razones —que en las próximas subsecciones examinaremos más detalladamente— hacen que el dualismo no sea viable científicamente. Por tanto es inaceptable para una filosofía orientada científicamente. Con lo que nos encontramos con que el monismo psicofísico es la única alternativa viable tanto científica como filosóficamente.

Ahora bien, la tabla 1.1 (o su equivalente la Fig. 1.2) muestra

TABLA 1.1
Diez concepciones sobre el problema mente-cerebro. ϕ representa el cerebro (o lo físico) y ψ la mente (o lo mental)

| Monismo psicofísico | Dualismo psicofísico |
|--|--|
| #1 Todo es ψ : idealismo, pansiquismo y fenomenismo. Berkeley, Fichte, Hegel, Fechner, Mach, James, Whitehead, Teilhard de Chardin. | #1 ϕ y ψ son independientes. Nadie ha llegado tan lejos excepto L. Wittgenstein. |
| #2 ϕ y ψ son otros tantos aspectos o manifestaciones de una única entidad: monismo neutral, concepción del doble aspecto. Spinoza, James, Russell, Carnap, Schlick, Feigl. | #2 ϕ y ψ son paralelos o sincrónicos: paralelismo psicofísico, armonía preestablecida. Leibniz, R. H. Lotze, H. Jackson, algunos gestaltistas, el joven Freud. |
| #3 Nada es ψ : materialismo eliminativo, conductismo. J. B. Watson, B. F. Skinner, A. Turing, R. Rorty, W. V. Quine. | #3 ϕ afecta o causa (incluso secreta) ψ : epifenomenismo. T. H. Huxley, K. Vogt, C. D. Broad, A. J. Ayer, R. Puccetti. |
| #4 ψ es físico: materialismo reductivo o fiscalista. Epicuro, Lucrecio, Hobbes, K. S. Lashley, J. J. C. Smart, D. Armstrong, P. K. Feyerabend. | #4 ψ afecta, causa, anima o controla ϕ : animismo. Platón, S. Agustín, Tomás de Aquino, S. Freud, R. Sperry, K. R. Popper, S. Toulmin. |
| #5 ψ es un conjunto de funciones (actividades) cerebrales emergentes: materialismo emergentista. Diderot, C. Darwin, Cajal, T. C. Schneirla, D. Hebb, D. Bindra. | #5 ϕ y ψ interactúan: interaccionismo. Descartes, W. McDougall, W. Penfield, J. C. Eccles, K. R. Popper, J. Margolis. |

que el monismo psicofísico es un conjunto de doctrinas, por lo que hemos de examinarlas por separado. Podemos descartar sin más el idealismo (#1) porque es incompatible con las ciencias, que se ocupan de hipotetizar o manipular entidades concretas, algunas inobservables (y por tanto transfenoménicas), como pueden ser los átomos, los campos y las sociedades. Además se supone que todas las ciencias adoptan un enfoque científico, que incluye objetividad. En resumen, la reducción ascendente de todo a lo mental es incompatible con la ciencia.

El monismo neutral (#2) todavía espera a ser formulado claramente y en concordancia con las ciencias naturales. (Ni siquiera Russell, 1921, que probablemente haya sido el filósofo más claro de todos los tiempos, consiguió dar una explicación adecuada del monismo neutral, doctrina que en algún momento compartió. Más aún, ni siquiera consiguió librarlo de la sospecha de que es una forma de oscurantismo porque recurre a una «sustancia neutral» que debe ser desconocida excepto por sus manifestaciones materiales y mentales.) Y el energetismo (Oswald, 1902), que es algo más preciso, ni es suficientemente exacto ni puede dar cuenta de la maravillosa variedad cualitativa del mundo. (Además persevera en la errónea reificación de la energía, que es una propiedad que todas las cosas tienen, pero que no es una cosa.) Debemos, por tanto, rechazar #2, con lo que pasamos a ocuparnos del materialismo.

Desde el punto de vista del problema mente-cuerpo distinguimos tres tipos principales de materialismo: el materialismo eliminativo, el reductivo (o nivelador) y el emergentista. El materialismo eliminativo (#3) sostiene que no existe lo mental, que todo es material en el sentido estricto de «físico». Una versión de esta doctrina es la tesis epicúrea, elaborada por Lucrecio, según la cual la mente es un enjambre de sutiles corpúsculos. (Una resucitación reciente se encuentra en Culberston, 1976.) Una versión más refinada del materialismo eliminativo es el conductismo, que se niega a tratar con estados y sucesos mentales —sostiene que son nada— y no investiga el sistema nervioso: se limita a considerar al ser animado como si fuera una caja negra que obedece la física aristotélica. Con su negativa a enfrentarse a las evidencias de la mentalidad el materialismo eliminativo está dejando vía libre a dualistas como Popper y Eccles (1977). Por la misma razón no ofrece soluciones al problema mente-cerebro; es más: sostiene que no existe tal problema. Por tanto podemos eliminar el materialismo eliminativo #3.

Nos quedan, entonces, el materialismo reduccionista (#4) y el materialismo emergentista (#5). Ambos sostienen que todos los estados mentales (o sucesos o procesos) son estados (o sucesos o procesos) del sistema nervioso central (o de una parte suya). Por tanto las dos corrientes reconocen la existencia de lo mental a la vez que niegan que se trate de una entidad independiente. Donde

ambas doctrinas difieren es al enfrentarse a la naturaleza del sistema nervioso central —en siglas SNC— y por tanto en el modo adecuado de explicar las funciones mentales como procesos del SNC.

Según el materialismo reductivo o fisicismo (#4) el SNC es una entidad física que se diferencia de otros sistemas físicos sólo por su complejidad. (Se ha llegado a sostener que el cerebro es una computadora.) Según esto para explicar lo mental sólo harían falta conceptos y teorías físicas, entendiendo «físico» en su sentido estricto o técnico. Utilizando la terminología filosófica diríamos que el materialismo reductivo requiere una reducción ontológica (esto es, una nivelación) y una reducción gnoseológica —que consistiría en la transformación de la psicología en una rama de la física. Rechazamos la ontología fisicista porque no se adecúa a la variedad cualitativa de la realidad y la epistemología asociada porque es excesivamente ingenua y quijotesca.

El materialismo emergentista (#5) sostiene que el SNC no es una entidad física —ni, en particular, una máquina— sino que es un biosistema, es decir, una cosa compleja dotada con propiedades y leyes peculiares de los seres vivos, algunas de ellas *muy* peculiares —o sea: algunas de las leyes y propiedades que posee el SNC no las comparten todos los biosistemas. (Ejemplo 1. La actividad espontánea o autoprovocada, que en las células nerviosas es algo natural, no es frecuente en ningún otro caso. Ejemplo 2. La inhibición lateral, típica de los tejidos nerviosos, parece que no se presenta en los sistemas físicos, donde todos los desórdenes se propagan: ver Fig. 1.1. Las funciones mentales serían, entonces, funciones del SNC, emergentes respecto al nivel físico, y no se limitarían a ser procesos puramente físicos.)

La emergencia que el materialismo emergentista sostiene que se da en lo mental es doble: las propiedades mentales de un SNC no las poseen sus componentes celulares sino que son *propiedades sistémicas* que, además, no son resultantes; estas propiedades han aparecido en algún momento del tiempo a lo largo de un prolongado proceso evolutivo biológico. (Existe una evolución prebiológica, es decir: molecular, pero ésta no satisface exactamente las mismas leyes.) En consecuencia la física y la química son necesarias para explicar el SNC, pero son insuficientes. Tampoco basta la biología general puesto que necesitamos saber las propiedades *emergentes específicas* y las leyes específicas del SNC, no sólo las que comparte con otros subsistemas animales, como los sistemas cardiovascular y digestivo.

El materialismo emergentista rechaza el reduccionismo *ontológico*, la nivelación de la variedad cualitativa: de hecho es ontológicamente pluralista en lo que respecta a las propiedades y las leyes. Pero se alía con el reduccionismo *gnoseológico* —aunque con moderación, puesto que mientras sostiene que *podemos* explicar lo mental en términos científicos y que la física y la química son nece-

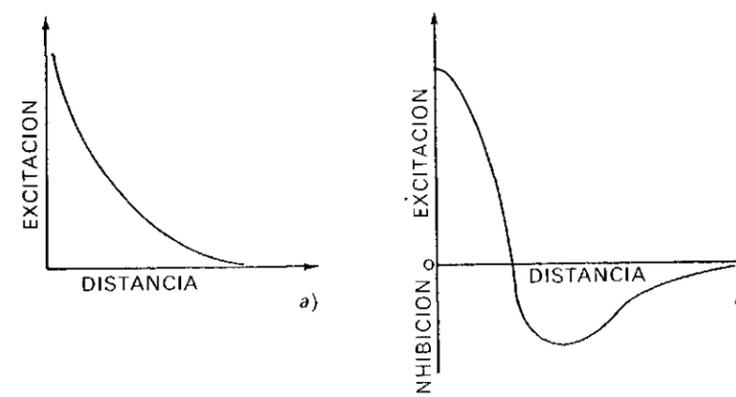


FIGURA 1.1. La inhibición como propiedad emergente del tejido nervioso. a) Propagación de una excitación en un fluido o un campo: la excitación se propaga. b) En el tejido nervioso existe una excitación (conexividad positiva) con las neuronas vecinas e inhibición (conexividad negativa) con todas las demás: en lugar de propagarse, la excitación permanece confinada o localizada en el sistema neural de que se trate.

sarias para esa explicación, también sostiene que para conseguir explicar lo mental de un modo científico son necesarios conceptos, enunciados legales y teorías nuevas referentes al SNC —que, además, han de ser, por supuesto, compatibles con la física, la química y la biología general. De aquí la regla: Considera conjuntamente los diversos enfoques del problema y redúcelos, si puedes; pero no te quedes en este proceso: la integración es más factible que la reducción y tan valiosa como ésta. (Ver Bunge, 1980a.)

El materialismo reduccionista o fisicismo sostiene que el cerebro no es más que un agregado de células, de modo que conocer éstas no sólo es necesario, sino suficiente, para conocer el cerebro y, por tanto, para explicar lo mental. Esta tesis reduccionista es falsa. Establecer que el cerebro está compuesto por un conjunto de células no implica que el cerebro no sea algo más que ellas. (Del mismo modo diríamos, entonces, que como la sociedad humana es un conjunto compuesto de seres humanos, la sociedad no es nada más que el conjunto de sus miembros.) Esto es así por las siguientes razones. Primero: una cosa no es un conjunto; en particular, no se puede identificar un sistema con el conjunto de sus componentes. Segundo: un cerebro es un sistema y, por tanto, además de tener componentes posee una estructura y un medio. La estructura del cerebro incluye las conexiones neuronales. El resultado es un sistema con propiedades emergentes —como, por ejemplo, las capacidades de percibir, sentir, recordar, imaginar, desear, pensar, etc.— de las que carecen sus componentes celulares.

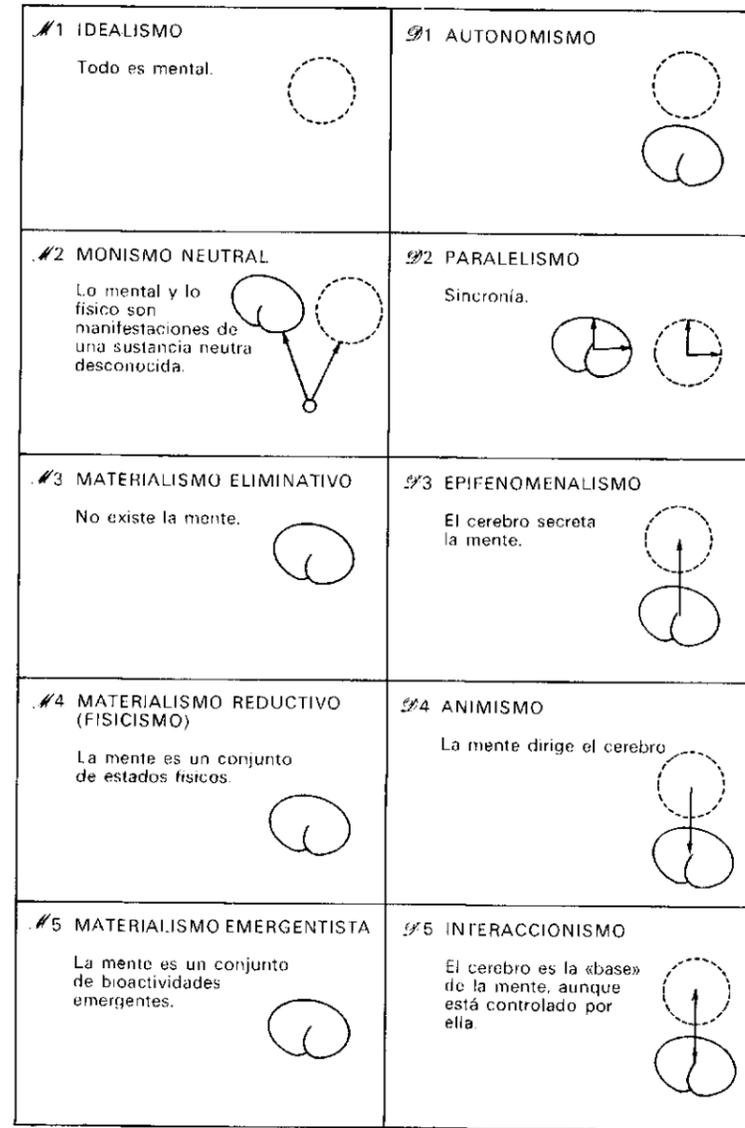


FIGURA 1.2. Esquema con las principales concepciones del problema mente-cuerpo. El círculo punteado es la mente; la línea continua representa el cerebro.

Seguramente podríamos (tener la esperanza de) entender todas esas importantes propiedades en términos de las propiedades de las neuronas y de sus interacciones. Es decir, podríamos (tener la esperanza de) «reducir» las propiedades globales del cerebro a las propiedades de sus microcomponentes y de sus conexiones. Pero una explicación de este tipo —que aún no ha sido propuesta— no exige una reducción ontológica, que nivelaría la variedad cualitativa. Una vez explicada, la visión continúa siendo visión, del mismo modo que, una vez hemos explicado la imaginación, continúa siendo imaginación, y la conciencia, conciencia. Por tanto el reduccionismo ontológico (o nivelación) es tan insostenible respecto a la mente como lo es respecto a la materia. (Ver Bunge, 1977b, c, 1979a.)

En resumen, el materialismo reduccionista —o fisicismo—, es insostenible porque no consigue dar cuenta de los rasgos específicos que posee lo mental. (De hecho ni siquiera da cuenta de las propiedades emergentes de los biosistemas.) En particular no nos permite distinguir al hombre de su primo más cercano, el chimpancé, que tan parecido es al hombre desde el punto de vista celular y tan diferente a los niveles superiores. Por tanto descartaremos #4. Esto nos deja frente al materialismo emergentista (#5). Pero antes de ocuparnos de él someteremos el dualismo psicofísico a un examen más profundo, sobre todo porque es una corriente cuya aceptación o rechazo proviene muchas veces de motivos puramente ideológicos.

3. A FAVOR DEL DUALISMO

En defensa del dualismo psicofísico han sido aducidas numerosas razones además del *argumentum ad baculum*, que ha sido la concepción oficial de Occidente durante los dos últimos milenios. Veamos algunos de estos argumentos y las objeciones que tenemos que hacerles.

1) *El dualismo forma parte de la religión, y en particular de la religión cristiana.* Es cierto que la creencia en que existen entidades carentes de cuerpo (almas, espíritus, fantasmas, demonios, deidades, etc.) ocupa un lugar central en todas las religiones contemporáneas. Pero la creencia en que la mente humana es inmaterial e inmortal era ajena al Judaísmo y tampoco la sostuvieron los primeros cristianos. No existe ninguna incompatibilidad lógica entre el materialismo y la creencia cristiana. Como escribió Locke (1690, Libro IV, Cap. 3, Sec. 6): «Todos los grandes fines de la moralidad y la religión están suficientemente asegurados, sin necesidad de pruebas filosóficas de la inmaterialidad del alma; porque es evidente que quien nos hizo... puede devolvernos, y nos devolverá, semejante sensibilidad en otro mundo.» Además, Priestley (1777, *apud* Brown, 1962), el brillante teólogo y químico, escribió que el materialismo «valora real-

mente la doctrina de la resurrección de la muerte» (p. 271). Es cierto que «lo que llamamos mente, el principio de la percepción y el pensamiento, no es una sustancia distinta del cuerpo sino el resultado de la organización corpórea» (p. 265). Por consiguiente lo mental cesa con la muerte, que es descomposición; pero «todo lo que se descompone puede ser vuelto a componer por el Ser que lo había compuesto antes» (p. 272). Resumiendo, ni las Escrituras ni las argumentaciones dan fuerza a la concepción de que el dualismo psicofísico es una parcela de la religión cristiana. Lo cierto históricamente es que la doctrina cristiana del alma fue tardía, además de tomada prestada, del filósofo pagano Plotino y del filósofo judío Filón. Hay teólogos protestantes que han retornado al monismo psicofísico del Antiguo Testamento (Barbour, 1966).

2) *El dualismo explica la supervivencia y la percepción extra-sensorial (PES)*: Es cierto que lo explica, y es la razón por la que los creyentes en la supervivencia después de la muerte y en los fenómenos paranormales han defendido el dualismo; ejemplos de estos son pensadores no religiosos como Ducasse (1951), Price (1952), Beloff (1962), Broad (1962) y Smythies (1965a, b). Según éstos, la mente sobrevive al cerebro y descansa en una especie de mundo soñado hecho de imágenes mentales. Esto no es más que una versión espiritualista del epifenomenismo, porque supone que el cerebro segrega entidades mentales del mismo modo que una emisora de radio genera ondas. Los problemas que esta doctrina plantea son los siguientes: a) no hay ni una pizca de evidencia en su favor —a menos que consideremos la que aportan sesiones espiritistas y cuentos de viejas; b) reifica procesos como el de imaginar —de hecho separa las imágenes de lo que hace la imaginación; c) es inconsistente con los principios básicos de la ciencia moderna, como ya reconoció Broad (1962). (En Polten, 1973, se efectúa una defensa del dualismo, desde el punto de vista del hylomorfismo, que considera que todas las fuerzas naturales y las leyes son entidades mentales.)

3) *El dualismo está implícito en el lenguaje ordinario*. De hecho en el lenguaje ordinario utilizamos expresiones como «tengo X en mente», «lo guardaré en mi mente» y «está lejos de su mente». En ocasiones incluso el científico utiliza expresiones manifestamente dualistas, como pueden ser «la base física de la mente» y «el control físico de la mente». Resumiendo: no hay duda en cuanto a que el dualismo está empotrado en las lenguas europeas. Tanto peor para el dualismo, porque esto sólo sirve para demostrar que es una doctrina vulgar y obsoleta. Las teorías científicas requieren conceptos técnicos y enunciados que apelen a expresiones que rebasen, y en ocasiones contradigan, el lenguaje ordinario. (No hay más que pensar en cualquier modelo matemático de la psicobiología.) El lenguaje ordinario es la voz del sentido común, que a su vez no es

«nada más que un sistema de mitos aceptado por una comunidad» (Agassi, 1977, p. 77).

4) *El dualismo explica todas las cosas del modo más simple posible*. Es cierto, el dualismo no explica sólo la vida mental del hombre, también explica las demás cosas del mundo; y lo hace en términos de espíritus que moran en ellas (animismo inmanente) o en términos de seres espirituales inefables (animismo trascendente). Además todo lo explica de un modo simple y familiar fácilmente inteligible. Así, un dualista puede sostener que percibe (o imagina o piensa) X porque tiene X en su mente (dualismo innato) o porque su mente recibe X (dualismo empirista) o porque su mente crea X (dualismo idealista). De este modo el dualismo consigue resolver, de un solo golpe, todos los problemas sobre lo mental: basta con etiquetarlo y ya no es necesario investigar más. Por supuesto estas virtudes domésticas que el dualismo tiene lo hacen inútil para la ciencia, que no sabe de panaceas y que no cree que la sencillez sea garantía de verdad (Bunge, 1963). El dualismo explica demasiadas cosas demasiado fácilmente. La ciencia nunca explica bastante y raramente lo hace con facilidad.

5) *La mente debe ser inmaterial porque la conocemos de modo distinto a como conocemos la materia: aquel conocimiento es privado mientras que éste es público*. En primer lugar, nuestro conocimiento de objetos de cualquier tipo —por ejemplo, de estados mentales— no los transforma en entidades: esos objetos pueden ser propiedades o estados de cosas concretas. En segundo lugar, diferencias en el modo de conocer no implican diferencias radicales en el modo de ser. Por ejemplo el modo de conocer átomos es muy distinto del modo de conocer cuerpos sensibles, aunque en los dos casos se trate de cosas concretas. En tercer lugar, aunque tenemos experiencia directa de los sucesos mentales, también es verdad que tenemos experiencia directa de algunos de los (demás) sucesos que ocurren en nuestro cuerpo, experiencia que a veces no precisa de los sentidos externos. En cuarto lugar, no es cierto que poseamos experiencia de todos los sucesos mentales: en realidad ignoramos la mayor parte de ellos. (El trabajo mental rutinario no es consciente más que cuando surgen dificultades.) Por otra parte, un observador experto que esté dotado con los equipos adecuados puede detectar muchos sucesos mentales que los mecanismos de autocontrol no llegan a conocer. En quinto lugar, la mente no es tan privada como en ocasiones se cree, por la sencilla razón de que el cerebro no está nunca completamente aislado. De hecho el cerebro es accesible desde nosotros mismos y desde el exterior, esto último por medios diversos: cirugía, estimulación eléctrica, drogas y conducta ordinaria —desde palabras dulces hasta un puñetazo en la nariz. Los estados y los cambios de estado (sucesos) mentales son tan privados, o públicos, como lo pueda ser el cerebro que menta. En realidad el acceso que tenemos a ellos (a los

estados y sus cambios) es más expedito que el que tenemos a los procesos en un núcleo atómico o en el centro de nuestro planeta. Tan distintos son que mientras éstos últimos sólo son accesibles a científicos altamente especializados, los estados y sucesos mentales también pueden ser adivinados por no científicos dotados de algún tipo de penetración psicológica. Además la gente corriente, como muchos animales, posee comportamientos empáticos, es decir: son capaces de sentir alegría o pena cuando ven a alguien mostrando síntomas de alegría o pena, respectivamente. En resumen, no existe un telón de acero entre lo privado y lo público; sólo existe una cortina de humo (filosófico) (Quine, 1953).

6) *Los predicados fenomenistas son irreducibles a los físicos, por lo que la mente debe ser sustancialmente distinta del cerebro.* Un ejemplo habitual es la diferencia existente entre la luz (o cualquier otro estímulo físico) y la percepción de la luz (por ejemplo, ver el azul). Seguramente existe en este caso una gran diferencia entre ambos procesos y también entre los predicados empleados para describirlos. Sin embargo esto no establece la existencia de una entidad mental independiente: sólo muestra la diferencia cualitativa que existe entre los procesos físicos y los biológicos, sobre todo cuando estos últimos ocurren en el sistema nervioso. Las diferencias que se presentan respecto a los predicados son estas: mientras todos los predicados fenomenistas (por ejemplo, «azul», «caliente», «diso», «dulce») pertenecen al conocimiento (y al lenguaje) ordinarios, los predicados científicos no son fenomenistas. Afirmar que siempre seguirá existiendo distancia entre ellos es presuponer la respuesta y condenar a la psicología fisiológica antes de oír su defensa. Por supuesto, uno de los objetivos de esta disciplina es explicar los fenómenos en términos profundos (no fenomenistas) —igual que la física y la química explican propiedades de superficie y globales en términos de propiedades de átomos y moléculas. No existen razones para que neguemos a la neurofisiología teórica la posibilidad de llegar algún día a establecer definiciones como la siguiente:

El organismo *b* siente placer del tipo $K = a_j$. El sistema subcortical *s* del organismo *b*, estimulado por sucesos que ocurren en *c* (otro sistema neural, órgano de los sentidos o incluso un electrodo implantado en *s*) se excita siguiendo el esquema de conducta *p*.

Negar esta posibilidad es puro oscurantismo.

7) *Las neuronas se descargan puntualmente, y sin embargo podemos tener experiencias continuas; por ejemplo, podemos percibir una superficie verde sin lagunas de color.* Esta es la denominada «objección granular», enunciada por Sellars (1963) y compartida por Meehl (1966). No presenta más problemas que los que presenta analizar

una mesa sólida y lisa como un sistema de átomos estrechamente enlazados. Por supuesto, los sucesos mentales no se dan en neuronas aisladas ni en grupos de unas cuantas docenas de neuronas, sino que es de suponer que se trata de cambios de estados de sistemas neurales que estarán compuestos de miles, millones o incluso miles de millones de neuronas. Los físicos saben que cuando sumamos un número muy amplio de acontecimientos surge un proceso casi continuo, que habitualmente seremos capaces de modelar como continuo en el espacio y en el tiempo. (En MacGregor y Lewis, 1977, se pueden ver algunos modelos, pertenecientes a la teoría de campos, de la actividad neural.) A fin de cuentas el ojo humano no percibe discontinuidad en las imágenes que constituyen una película, a pesar de tratarse de una serie de imágenes discontinuas encadenadas. Con lo que el argumento de la estructura granular del cerebro hace agua.

8) *Debe existir una mente que anime la maquinaria cerebral porque las máquinas carecen de mente.* Frecuentemente se compara a los cerebros con los ordenadores debido a que estos últimos han sido diseñados para imitar (y por tanto para tomar el lugar de) determinadas funciones cerebrales, como pueden ser memorizar datos y efectuar operaciones rutinarias. Esta analogía posee valor heurístico —más para la ingeniería de computadores que para la ciencia del cerebro. Sin embargo las diferencias entre cerebros y computadores son por lo menos tan obvias como las analogías existentes entre ellos. Por un lado las neuronas pueden excitarse espontáneamente (y sólo podrán ser excitadas si están activas antes de que la excitación las alcance). Por otra parte se supone que los elementos del computador no poseen ninguna actividad espontánea. Además las conexiones entre neuronas pueden ser plásticas (variables), mientras que las conexiones entre los elementos de una computadora permanecen fijas una vez que han sido establecidas por medio de un programa. En tercer lugar, mientras los computadores son inútiles sin programadores, el cerebro está autoprogramado. En cuarto lugar, los computadores no están vivos; pueden fingir algunos aspectos del proceso de ideación, pero ellos no crean ideas. En quinto lugar, los computadores han sido diseñados (con algún propósito), mientras que no ocurre así con los cerebros. En resumen: la analogía entre cerebro y computadora ha sido sobrevalorada. Peor todavía: ha hecho creer a algunos psicólogos que es imposible comprender la mente a menos que la presupongamos, con lo que al final tampoco se explica nada. Si recordamos que los cerebros no son máquinas, sino biosistemas extremadamente complejos capaces de efectuar multitud de funciones, y que los cerebros pueden diseñar máquinas, pero no a la inversa, entonces es cuando podemos olvidarnos del fantasma (alma, espíritu, mente) que anima la máquina. (Aprovechemos la oportunidad para señalar que habitualmente se pasa por alto que el modelo computacional de la mente, con la dicotomía que incluye entre *hardware* y

software, y su sugerencia de que las operaciones de la computadora son «encarnaciones de la mente», está inspirado en el dualismo en lugar de subyacer el materialismo. El maquinismo del siglo dieciocho, que era una versión del materialismo vulgar, se ha transformado en una versión sutil del dualismo psicofísico.)

9) *Existe amplia evidencia en favor del poder que la mente tiene sobre la materia —por ejemplo, el movimiento voluntario y la planeación.* (Por no hablar de la psicokinesis, a la que invocan Eccles (1951) y otros dualistas interaccionistas.) Seguramente no todas las acciones que se dan en el sistema nervioso central son de abajo arriba: algunas, sobre todo en el cerebro de los primates, son de arriba abajo. Sin embargo, ninguno de estos tipos de acciones requiere que proponamos una mente independiente, ni siquiera requiere una conciencia que revolotee encima del cerebro (cosa que ha hecho, por ejemplo, Sperry). Al menos en principio, podemos dar cuenta de todas estas «interacciones mente-cerebro» en términos de interacciones entre sistemas neurales. El hecho de que yo escriba esta oración lo podemos explicar como el resultado de la acción de algunos procesos de ideación que tienen lugar en mi córtex sobre el centro motor del mismo. (Ver Hebb, 1966, y Bindra, 1976.) Lo mismo ocurre cuando pasas página para continuar la lectura o cuando cierras el libro con disgusto. Desde una perspectiva monista las denominadas interacciones mente-cerebro son interacciones entre sistemas neurales o entre ellos y otros subsistemas del mismo cuerpo (por ejemplo, el sistema endocrino o el sistema cardiovascular). Por tanto, hablando estrictamente, no existe ni la «causación ascendente» (o acción de abajo arriba) ni «causación descendente» (o acción de arriba abajo): todas las acciones causales (y las que no son causales) del sistema nervioso son «horizontales», en el sentido de que se dan entre sistemas neurales, no entre ellos y alguna otra entidad «superior» incorpórea. La ventaja epistemológica que tiene esta hipótesis ontológica es obvia: rescata las interacciones de las garras del oscurantismo y las somete a la investigación científica.

10) *El dualismo concuerda con el emergentismo y con la hipótesis de la estructura en niveles de la realidad.* Está claro que así ocurre, pero la compatibilidad no es garantía de deducibilidad. El dualismo psicofísico es el camino más fácil para garantizar la emergencia y la existencia de niveles, pero no es el único. Dicho de otra manera: el pluralismo de sustancias (y en particular el dualismo) no es necesario para resistirse a la eliminación de la variedad cualitativa efectuada por el mecanicismo y el espiritualismo. Se puede adoptar el pluralismo de propiedades, que no es exactamente el dualismo, como hizo Spinoza. Según esta concepción, a) sólo existen cosas (objetos concretos o materiales), pero no todas las cosas son físicas: algunas son químicas, otras biológicas (algunas de éstas, en particular, pueden sentir, pensar, etc.), y otras de otros tipos; b) los sucesos mentales

son indudablemente emergentes respecto a los sucesos biológicos que no son mentales (tales como la división celular), pero también son sucesos en determinados biosistemas, en los sistemas nerviosos. (Los detalles de este sistema de ontología se encuentran en Bunge, 1977a y 1979a.) Esta clase de pluralismo —el materialismo emergentista— hace innecesario el dualismo psicológico motivado por el ansia de preservar la variedad del mundo y las cualidades distintivas de lo mental.

Con esto terminamos de exponer las razones aducidas en favor del dualismo psicofísico y las objeciones que les planteamos. En estos momentos el marcador se encuentra 0-10 en contra del dualismo. A continuación examinaremos algunas razones para rechazar esta concepción.

4. EN CONTRA DEL DUALISMO

Las principales objeciones en contra del dualismo psicofísico son las siguientes.

1) *El dualismo es ambiguo.* En primer lugar porque no efectúa una caracterización precisa de la noción de mente. En el mejor de los casos los dualistas proporcionan *ejemplos* de estados mentales (por ejemplo, estar alegre) o de sucesos mentales (por ejemplo, una percepción). Pero no establecen *qué* son esos estados ni *qué* subyace a esos cambios —excepto, por supuesto, cuando dicen que son cambios y estados de la mente, a la que definen, a su vez, como aquello que puede estar en esos estados y experimentar esos cambios. En segundo lugar, el dualismo no dilucida la noción de *correlación* que aparece en la expresión «los estados mentales (o los sucesos mentales) tienen correlatos neurales» (sean éstos paralelos o interactuantes con aquéllos). Debido a que en algunas de sus principales versiones —el paralelismo y el interaccionismo— el dualismo es impreciso, difícilmente podremos someterlo a contrastación empírica. Nos dice que todo lo que conocemos por introspección o por retrospección es mental, y que todo lo que es mental tiene algún «correlato neural». Con lo cual el dualismo nombra en lugar de explicar, permaneciendo siempre en la segura sombra de la vaguedad. Resumiendo, el dualismo es una no-hipótesis (Bindra, 1970).

2) *El dualismo separa las propiedades y los sucesos de las cosas.* Decir que las actividades mentales, por ejemplo, la percepción y la decisión, son paralelas a, o interactivas con, los sucesos cerebrales, aunque radicalmente distintas de éstos, es como decir que las combinaciones químicas son paralelas a las combinaciones atómicas o moleculares, o decir que los acontecimientos sociales son paralelos a las acciones de sus actores. La ciencia moderna comenzó por rechazar la idea platónica que considera que las formas (las propieda-

des) los acontecimientos son autónomos, como reliquias del animismo. La ciencia entiende las propiedades como poseídas por cosas. Este modo de entenderlas queda reflejado en la formalización del concepto de propiedad, que resulta ser una función cuyo dominio incluye (como factor cartesiano) el conjunto de cosas que poseen la propiedad en cuestión. (Por ejemplo, la edad queda conceptualizada como una función que aplica el conjunto de todas las cosas concretas, quizás restringido al conjunto de los organismos, al conjunto de los números reales positivos.) Lo mismo ocurre con la conductividad eléctrica, que queda representada por una función del conjunto de los cuerpos; con la presión sanguínea, que es una función del conjunto de los sistemas cardiovasculares; con la agudeza visual, que es una función del conjunto de los sistemas visuales; y con la capacidad de hablar, que es una función del conjunto de los sistemas dotados de habla. Si se modifican las cosas que aparecen como miembros del dominio de la función, la propia función resulta modificada —tanto matemática como ontológicamente. (En el caso más sencillo posible, las propiedades o facultades, físicas o mentales, son conceptualizables como funciones del producto cartesiano del conjunto de todos los sistemas nerviosos centrales plásticos por el conjunto de todos los instantes de tiempo. Sin sistemas nerviosos no es posible dar un concepto preciso de función mental.)

3) *El dualismo viola la ley de conservación de la energía.* Si la mente inmaterial pudiera mover la materia, entonces crearía energía; y si la materia actuara sobre la mente inmaterial, entonces desaparecería energía. En los dos casos la energía, una propiedad que tienen todas las cosas concretas, y sólo ellas, no se conservaría. Con lo que la física, la química, la biología y la economía se desmoronarían. Puestos a elegir entre estas ciencias «duras» y las supersticiones primitivas, optamos por las primeras. Podría continuarse la discusión arguyendo que, a fin de cuentas, el cerebro no es más que un procesador de información, y que el procesamiento de información requiere poca o ninguna energía; pero la respuesta sería: ¡Tonterías! En primer lugar, porque las señales de información descansan en algún proceso que utiliza energía —por ejemplo, en una onda progresiva o en una reacción electroquímica. (Aunque la teoría de la información no tenga en cuenta la base física de la información, y en particular no tenga en cuenta la energía del flujo de información, esto no elimina aquella base.) En segundo lugar, el cerebro humano es el sistema más costoso del cuerpo: aunque sólo pesa el dos por ciento del total, la cantidad de sangre que necesita es del quince por ciento y la de oxígeno es el veinte por ciento del total. En resumen: las funciones mentales parecen consumir más energía que cualquier otra función del cuerpo.

4) *El dualismo se niega a reconocer evidencia a las raíces moleculares y celulares de las capacidades y desórdenes mentales.* Es casi

unánime el acuerdo sobre que la tendencia a adquirir ciertas capacidades mentales, y ciertos desórdenes, es hereditaria —es decir, se transmite por medio de moléculas de ADN. (Esto, por sí solo, no es una prueba de que el ADN posea talento o sea psicótico: sólo que esas propiedades mentales están ancladas en nuestra base bioquímica, en particular en la genética. Tampoco existe duda sobre que nuestra competencia mental es muy sensible a los cambios metabólicos y hormonales. Todo lo cual es consistente con la tesis de que lo mental es una función del sistema nervioso central, y no es consistente con la tesis de que la mente es una entidad independiente. Dicho de otro modo: la neuroquímica y la psicofarmacología favorecen el materialismo, no el dualismo.)

5) *El dualismo es consistente con el creacionismo, no con el evolucionismo.* Por supuesto, si consideramos la mente sobrenatural e inmutable en lugar de natural y evolutiva, el dualismo choca con la biología evolutiva y bloquea cualquier investigación sobre los antecedentes prehumanos de las facultades mentales. El materialismo es el único que enlaza con los estudios sobre el desarrollo y evolución de los animales. Es cierto que algunos dualistas no comparten la tesis del carácter sobrenatural de la mente y, además, rinden pleitesía a la biología evolutiva e incluso a la hipótesis de la evolución de las facultades mentales. Sin embargo, esta aceptación del evolucionismo no es consistente: un evolucionismo consistente, como el de Darwin (en Gruber y Barrett, 1974), no necesita postular la existencia de mentes inmateriales y, en su lugar, postulará que las funciones mentales, no importa lo exquisitas que sean, son actividades neurofisiológicas. Por otro lado los que adoptan, como hacen Popper y Eccles (1977), el símil platónico del piloto (el alma) y el barco (el cuerpo), se ven obligados a imaginar dos mecanismos evolutivos distintos, uno para el piloto que controla o «ánima», el otro para el barco. Y esto es inconsistente con la teoría de la evolución, que es estrictamente naturalista. (A fin de cuentas la denominación que se le da, «teoría de la selección natural», es apropiada.)

6) *El dualismo no puede explicar las enfermedades mentales más que como posesión demoníaca o como una huida del alma, que abandona el cuerpo.* Si el alma fuera una entidad inmaterial autónoma, sería inmune a la cirugía cerebral, la acción de las drogas y similares: debería tener salud o estar enferma desde el principio, y sólo sería influible por la acción de los malos espíritus. Por consiguiente al enfrentarse un dualista consistente con una enfermedad mental no podrá recurrir más que al exorcismo, la oración o la logoterapia (por ejemplo, al psicoanálisis). En cambio, el monista psiconeural es libre de utilizar cirugía, terapia con drogas o terapia de la conducta, según el caso: en todos los casos intentará actuar sobre el cerebro para devolverlo a la normalidad o, por lo menos, para disminuir al

máximo los efectos internos y externos de lo que provocó el desorden cerebral. (A veces los psiquiatras han de alcanzar el nivel molecular: esto ocurre cuando se trata de un desorden más celular que sistémico. Por esto una deficiencia del aminoácido triptófano, común cuando la alimentación se compone casi exclusivamente de cereales, produce psicosis y pelagra. Ambos síntomas desaparecen al administrar ácido nicotínico, y no lo hacen cuando nos ocupamos en investigar las experiencias infantiles del sujeto.) Los dualistas que se prestan a seguir tratamientos que no sean mágicos y los que se permiten tomar café o vino, son dualistas inconsistentes, porque todos esos estimulantes modifican alguna de sus funciones mentales al cambiar la física y la química de su cerebro.

7) *En el mejor de los casos el dualismo es estéril: en el peor obstaculiza.* Como el dualismo tiene lista una explicación para cada suceso mental y como, además, esas explicaciones son inmunes a los argumentos neurofisiológicos, no propicia la investigación psicológica. En particular el dualismo se opone a una conexión estrecha entre la psicología y la neurofisiología, la psiquiatría y la neurología, la psicología animal y la humana; además desconoce campos completos de investigación, como la psicología fisiológica, la psicofarmacología y la psicología evolutiva. Sólo puede permitir la psicología pura, la del tipo mentalista tradicional y, como mucho, el conductismo, que mantiene silencio respecto a la mente, con lo que en realidad no molesta al dualismo. (Por el contrario el conductismo, al negar lo mental, facilita el trabajo del dualismo.) Por otra parte el dualismo potencia la creencia en arcanos como la psicokinesis, la telepatía y la precognición. (Una buena selección puede encontrarse en Ludwig, 1978.)

8) *El dualismo se niega a responder a las seis preguntas claves de la ciencia de la mente.* Todas las ciencias intentan responder de modo inteligible y contrastable a preguntas de por lo menos seis clases, sobre *qué* (o *cómo*), *dónde*, *cuándo*, *de dónde*, *a dónde* y *por qué*. Por ejemplo, se supone que la química investiga *qué* se combina con *qué*, *dónde* y *cuándo* (en qué condiciones) se dan esas combinaciones. Al hacer esto también explica el origen de los compuestos (*de dónde*), su disociación (*a dónde*) y el mecanismo de combinación (*por qué*). Del mismo modo, suponemos que la psicología investiga, entre otras cosas, *qué* siente (o percibe, piensa, desea, actúa, etc.), *dónde* y *cuándo* (en qué circunstancias) se presenta la sensación (o la percepción, el pensamiento, el deseo, la acción, etc.). También debe dar cuenta del origen (ontogenia y filogenia) y la pérdida de esta facultad, es decir, debe dar cuenta del *de dónde* y el *a dónde*, así como de los mecanismos neurales (es decir, el *por qué*). La respuesta que afirma que no existen cosas tales como creencias (o pensamientos, deseos, etc.) conlleva renegar casi completamente, si no del todo, de la psicología. Responder que existen, pero que no debemos preocu-

arnos de *qué* es lo que hace la creencia (o la percepción, la conducta, etc.), y por tanto que no debemos ocuparnos de *por qué* se da, es mutilar a la ciencia y olvidar las esperanzas que podamos conservar de comprendernos a nosotros mismos. Y, por último, responder que lo que hace sentir (percibir, pensar, desear, etc.) es la mente, es no responder. (De hecho caemos en un círculo vicioso si definimos la mente como lo que siente, piensa, etc.) Por tanto el dualismo, al no enfrentarse a estas seis preguntas de la ciencia, no es ciencia.

9) *El dualismo no es una teoría científica sino un dogma ideológico.* De hecho ni el dualismo paralelista ni el interaccionista son sistemas hipotético deductivos con su propio vocabulario técnico y sus propias técnicas, contrastaciones y supuestos sistematizados. Las dos versiones del dualismo son opiniones vulgares que se pueden establecer con pocas e imprecisas palabras. Ninguna contiene enunciados legales. En particular, ninguna nos dice nada sobre cuáles son las relaciones legales entre los sucesos corporales y los mentales. Y, en último extremo, ninguna revela el mecanismo por medio del cual lo mental es sincrónico con lo físico, o interactúa con ello, según la teoría de que se trate. Por consiguiente el dualismo no es una teoría científica; es sólo parte de un paquete ideológico arcaico, ingenuo y prehistórico.

10) *El dualismo es inconsistente con la antología de la ciencia.* En todas las ciencias, desde la física a la sociología pasando por la biología, las que poseen propiedades son las entidades concretas (sobre todo sistemas), y los sucesos son los cambios de determinadas propiedades. (Por supuesto estamos hablando de propiedades y cambios sustanciales, no de propiedades de objetos abstractos.) No ocurre así en la filosofía dualista de la mente, que se mantiene aislada de la biología y de la neurociencia, pidiéndonos que hagamos una excepción con las propiedades y sucesos mentales. Mientras que todas las teorías científicas necesitan un único espacio de estados para representar los estados de su(s) referente(s), el dualista necesitaría dos espacios de estados disjuntos si intentara formular sus ambiguas ideas en términos matemáticos. Necesitaría un espacio de estados para localizar los estados cerebrales y otro para los estados mentales —quizás todavía un tercer espacio para los estados de las fugitivas «conexiones cerebrales» que Descartes situaba en la glándula pineal y que Eccles (1977) buscó en vano. El monismo psiconeural, por otra parte, ya tiene en sí el espacio de estados requerido por el enfoque científico puesto que niega que existan propiedades mentales que no sean propiedades cerebrales, y que existan propiedades cerebrales que sean completamente independientes de todas las demás. Es decir, afirma que sólo es necesario un único espacio de estados, el del cerebro, para dar cuenta tanto de las propiedades, estados y sucesos tanto mentales como puramente corporales (Bunge, 1977b). El

dualismo psiconeural es incompatible con un enfoque de este tipo y, en general, con la ontología de la ciencia moderna.

Resumiendo: hemos acumulado otros diez puntos en contra del dualismo psiconeural, con lo que el resultado es veinte a cero.

Ya hemos examinado diez de las razones que se aducen a favor del dualismo psicofísico y otras diez en contra. Ya vimos como todas y cada una de ellas acaban volviéndose en contra del dualismo y, con todo, hay quien continúa sosteniéndolas. (Más objeciones pueden encontrarse en Feigl, 1958; Doty, 1965; Quinton, 1965; Armstrong, 1968; Wade Savage, 1976 y Zangwill, 1976.) La conclusión global es que el dualismo psicofísico no es una opción científica viable; tampoco una doctrina que puedan adoptar ni la ciencia ni una filosofía orientada científicamente. Por tanto hemos de dar una oportunidad al monismo psiconeural, siquiera sea porque el dualismo ha estado en portada durante dos milenios.

5. MONISMO PSICONEURAL EMERGENTISTA

El monismo psiconeural emergentista, \mathcal{M} en la tabla 1.1, se basa en las siguientes tesis (Bunge, 1977b; Bunge y Llinás, 1978):

- 1) todos los estados, sucesos y procesos mentales son estados, sucesos o procesos en los cerebros de vertebrados superiores;
- 2) estos estados, sucesos y procesos son emergentes con respecto a los de los componentes celulares del cerebro;
- 3) las relaciones denominadas psicofísicas (o psicosomáticas) son relaciones entre subsistemas diferentes del cerebro, o entre alguno de ellos y otros componentes del organismo.

La primera cláusula es la tesis del monismo psiconeural de tipo materialista. La segunda cláusula es la tesis emergentista, que afirma que los hechos mentales son del organismo (son biológicos) y también son molares, es decir, involucran a conjuntos de células interconectadas. La tercera cláusula es una versión monista del mito dualista de la interacción mente-cuerpo.

Si se aceptan las tesis anteriores se puede hablar de *fenómenos mentales* sin abandonar la base biológica: el vocabulario mentalista, acuñado en sus comienzos por la religión y por filosofías dualistas, comienza a adquirir, o por lo menos hay esperanzas de que adquiera, sentido neurofisiológico. (O lo que es lo mismo: la psicología se transforma en una neurociencia.) En particular, ahora ya es posible hablar de *secuencias paralelas de sucesos* - por ejemplo de sucesos en el sistema visual y en el sistema motor, o en el sistema del habla y en el sistema cardiovascular. También adquiere sentido

científico hablar de *interacciones psicosomáticas* porque ahora las entendemos como acciones recíprocas entre subsistemas distintos de un mismo organismo, por ejemplo entre el córtex cerebral y el sistema nervioso autónomo. Por ejemplo, en lugar de decir que el amor influye en nuestros razonamientos, podemos decir que el hemisferio cerebral derecho puede afectar al izquierdo, y que las hormonas sexuales pueden actuar sobre los sistemas neurales que piensan.

Resumiendo: por más irónico que pueda parecer, los hábitos dualistas en el hablar, que sirven para encapsular nuestra indigesta experiencia introspectiva, y que en el contexto del dualismo psiconeural sólo son metafóricos y vagos, se transforman en literales, precisos y contrastables en el contexto del materialismo emergentista. Este último salva todo lo que se puede salvar del naufragio del dualismo.

El materialismo emergentista tiene varios aspectos atractivos; los más importantes son que *a)* si postulamos que los hechos mentales no son afecciones de una sustancia inmaterial sino que son estados, sucesos o procesos que se presentan en organismos naturales, entonces en este caso es compatible con las ciencias naturales y, por tanto, *b)* podemos utilizar los procedimientos habituales de la ciencia para investigar los hechos mentales, lo cual transforma la psicología en una ciencia natural, dejando de ser sobrenatural.

El materialismo emergentista promete, entonces, espléndidos resultados y, además, ya ha rendido importantes servicios al ser la fuerza filosófica que ha dirigido la psicología fisiológica, la psicofarmacología y la neurología. Sin embargo, tiene un importante defecto: que aún es inmadura. De hecho el materialismo emergentista no es propiamente una *teoría*, es decir, no es un sistema hipotético deductivo que contenga hipótesis detalladas, explícitamente formuladas, que sean capaces de explicar una amplia variedad de hechos psiconeurales. En lugar de ser esto es una *hipótesis programática* —a la vez científica y filosófica— que busca teorías científicas que la incluyan. Tanto es así que podemos resumir el materialismo emergentista en una única frase: *los estados mentales forman un subconjunto* (muy claramente diferenciable) *de los estados cerebrales* (que, a su vez, son un subconjunto del espacio de estados del animal completo).

¿Qué es necesario para desarrollar el programa del materialismo emergentista, es decir, para desarrollarlo hasta convertirlo en una empresa científica madura? Obviamente no hacen falta más datos indigestos, sean meramente neurofisiológicos o conductistas, ni más disquisiciones de naturaleza ideológica. Lo que necesitamos son dos conjuntos distintos, aunque complementarios, de teorías:

- 1) *Teorías extremadamente generales* (no sólo hipótesis o programas aislados) de lo mental, entendido como una colección de funciones del cerebro;

- 2) *teorías específicas* que den cuenta del funcionamiento de los diversos subsistemas del cerebro.

Las teorías generales de la actividad psiconeural pertenecerán a la intersección de la ontología y de la psicología, mientras que las teorías específicas de lo psiconeural serán propiedad exclusiva de la psicología psicofisiológica. Y todas ellas han de ser formuladas en términos precisos, es decir, su forma ha de ser matemática.

Al alegato precedente en pro de la intensificación del trabajo teórico en los campos de la psicofilosofía y de la psicofisiología se le puede reprochar que es impertinente porque en ninguno de los dos campos escasean las teorías. Veamos.

Es cierto que se ha escrito mucho sobre la denominada *teoría de la identidad*. Pero ninguna de las «teorías» de lo psiconeural que concuerdan con la hipótesis materialista son teorías propiamente dichas, es decir, sistemas hipotético deductivos, menos aún matemáticos. En lugar de ello, se limitan a ser hipótesis aisladas. Además son verbales y frecuentemente pura verborrea. (Esta puede ser una de las razones de que casi ningún psicólogo matemático se haya sentido atraído por el materialismo. Otra es que siempre resulta más fácil limitarse a investigar la conducta que el proceso completo, del que la conducta es sólo el extremo.) Por decirlo de otra manera, todavía carecemos de una *teoría* materialista general de la mente. (Ver, sin embargo, los siguientes capítulos.) Todo lo que tenemos es una hipótesis que posee gran capacidad programática o heurística, pero que todavía no ha podido sistematizar una amplia variedad de datos ni ha efectuado predicciones específicas que puedan ser contrastadas en el laboratorio o en la clínica.

Respecto a las teorías específicas de la psicología fisiológica la situación es distinta. Han sido propuestas muchas teorías, sobre todo en el último cuarto de siglo. (Ver Hebb, 1949; Milner, 1970; Thompson, 1975; y Bindra, 1976.) Sin embargo, *a)* todavía no hay suficientes, *b)* las que están estrechamente conectadas con la experimentación son, en su mayor parte, verbales, y *c)* las que son matemáticas se encuentran en general muy alejadas de la experimentación. (Además, casi todas las teorías de la psicología matemática o son *a)* teorías neoconductistas del aprendizaje que no tienen en cuenta el cerebro, o *b)* teorías de la información, que consideran que el cerebro es una computadora, no un biosistema. En ambos casos se olvidan de los aspectos químico y biológico.)

Estas son las pegas que se le pueden poner al materialismo emergentista desde su nacimiento. Pero independientemente de cuántas y cuán grandes sean, la filosofía materialista emergentista de la mente parece ser la mejor que tenemos; y esto lo apoyan las razones siguientes.

- 1) Porque evita la presencia de la misteriosa sustancia mental (o mente independiente), sin que ello signifique que niegue los hechos mentales, el materialismo emergentista es mucho más *compatible con el enfoque científico* que cualquiera de los otros materialismos (el eliminativo y el reductivo), y que el dualismo.
- 2) El materialismo emergentista *no tiene la ambigüedad* que caracteriza al dualismo cuando éste habla de entidades y procesos mentales que no pueden ser señalados con precisión, y de misteriosas correlaciones o interacciones entre cerebros y mentes.
- 3) A diferencia del dualismo, el materialismo emergentista *es consistente con los conceptos generales de estado y suceso*, que se pueden encontrar en todas las ciencias. (En cambio, según el dualismo, los estados mentales serían los *únicos* estados que no son estados *de* alguna cosa, y los sucesos mentales serían los *únicos* sucesos que no son cambios en el estado *de* alguna cosa, razones ambas que hacen que el dualismo concuerde más estrechamente con la teología que con la ciencia.)
- 4) A diferencia del dualismo, el materialismo emergentista *favorece la interrelación entre la psicología y las demás ciencias*, en particular con la neurociencia; y lo hace precisamente porque considera los sucesos mentales como sucesos biológicos de un tipo específico.
- 5) A diferencia del dualismo, que postula la existencia de una mente invariable, el materialismo emergentista *concuerda con la psicología evolutiva y con la neurofisiología*, que muestran la maduración gradual del cerebro y de la conducta.
- 6) A diferencia del dualismo, que establece un abismo infranqueable entre el hombre y la bestia, el materialismo emergentista *concuerda con la biología evolutiva*, que refuta la superstición de que sólo posee mente el Hombre, y lo hace mostrando el desarrollo gradual de la conducta y de las capacidades mentales en diversas especies.
- 7) A diferencia del materialismo reduccionista, que ignora las propiedades y leyes emergentes del sistema nervioso y sus funciones, y espera, quijotesicamente, que algún día la física será capaz de explicarlas, el materialismo emergentista *reconoce la característica emergente de lo mental* y sugiere que debemos estudiarla con la ayuda de todas las ciencias debido a que el cerebro es un sistema con múltiples niveles.

Ninguno de los rivales del materialismo emergentista puede enor-

gullecerse de poseer tan importantes soportes, directos o indirectos, en la ciencia y en la filosofía. Tampoco ninguno de sus rivales promete conseguir tantos frutos experimentales y teóricos. (El dualismo, en particular, es completamente estéril.) Por consiguiente, merece la pena intentar desarrollar el programa del materialismo emergentista, es decir, intentar construir teorías con grados de generalidad diversos, que sean matemáticas, que concuerden con los hechos conocidos y que interpreten lo mental como un subconjunto distinguido del conjunto de los procesos cerebrales. Aquí propondremos, en los próximos capítulos, una teoría general; pero antes de hacerlo puede convenir echar una ojeada a la larga historia del problema mente-cerebro.

6. BREVE HISTORIA DEL PROBLEMA

No hay problema conceptual que tenga tantas raíces como el problema mente-cerebro, y ninguno ha causado tantos problemas a los filósofos, científicos y hasta a la gente profana. Por estas razones, para apreciar mejor su amplitud y ramificaciones, es necesario echar por lo menos una rápida mirada a la historia del problema.

Todo empezó por lo menos hace treinta mil años. Lo cierto es que nada sabemos con seguridad acerca de la filosofía de la mente que tuviera el hombre primitivo. Sin embargo, lo que sí sabemos es algo sobre las creencias de los primitivos contemporáneos: los aborígenes australianos, los indios amazónicos y los esquimales: todos creen en espíritus de seres humanos y de animales, que los habitan mientras viven, y que deambulan descarnados después de la muerte. También existe alguna evidencia, procedente sobre todo de tumbas, de que hombres primitivos de mucho antes de la revolución neolítica ya creían en un alma independiente del cuerpo. Esta creencia permaneció firmemente asentada en las religiones que se mantuvieron al comienzo de la civilización, unos cinco mil años atrás. Efectivamente, la religión y la creencia en un alma inmaterial (quizás eterna) van emparejadas. Resumiendo, el dualismo psicofísico parece ser la filosofía de la mente más antigua que se recuerda.

El monismo psicofísico viene mucho después, al lado de los primeros intentos de la ciencia. Fue concebido por los filósofos-científicos jónicos, sobre todo por Epicuro, y por el padre de la medicina, Hipócrates. Estos pensadores rechazaron el sobrenaturalismo y adoptaron una concepción del mundo estrictamente materialista, que no necesitaba para nada de espíritus carentes de cuerpo. Sin embargo, a pesar de que la escuela hipocrática consiguió asentarse firmemente durante un tiempo entre los médicos, el materialismo cayó rápidamente ante el fuego de Platón y de sus sucesores y, con excepción de Lucrecio, no consiguió ningún defensor entre los eruditos. Es cierto que Galeno y sus discípulos siguieron cultivando la

tradición hipocrática, pero lo hacían privándola de la filosofía subyacente. Y aunque el epicureísmo creció y llegó a ser una importante escuela durante el Imperio Romano, nunca consiguió atraer a los pensadores más importantes. Y el materialismo, cuyo desacuerdo con la religión y la filosofía idealista es tan obvio, declinó tan pronto como nació.

El oponente más brillante, vigoroso e influyente del monismo psicofísico y, en general, de la antigua concepción materialista y atomista del mundo, fue Platón. El suyo fue el primer sistema filosófico coherente que incluyó el dualismo psicofísico. Platón hace a su maestro Sócrates exponer en los diálogos *Crátilo* (399-400) y *Fedón* (64-68) una versión refinada de la oscura doctrina órfica, según la cual *a)* el hombre es un compuesto de cuerpo y alma, *b)* el alma es inmaterial y eterna, *c)* el alma anima el cuerpo, *d)* el alma es superior al cuerpo, *e)* el alma se encuentra prisionera del cuerpo y se libra de él con la muerte, y *f)* el alma puede saber la verdad absoluta y disfrutar de la belleza absoluta sólo después de conseguir librarse del cuerpo. Esta doctrina la adoptaron, oscureciéndola notablemente, los neoplatónicos, y la hicieron oficial los cristianos bastante después de San Pablo. Con excepción de alguna herejía ocasional, ha dominado a la Cristiandad durante quince siglos.

Aristóteles, el discípulo de Platón, fue uno de los herejes, aunque no explícitamente. Consideraba que el hombre era un animal y que el alma era la «forma» del organismo. Por esto la pregunta sobre si el cuerpo y el alma son una sola cosa «posee tan poco significado como preguntar si la cera y la figura que le da el sello son la misma cosa» (*De anima*, libro II, cap. 1, 412b). Esta prudente versión del monismo psicofísico fue adoptada por Averroes y los averroístas latinos, pero nunca llegó a ser popular allí donde llegaban los brazos de Roma o del Islam. (En cambio, Tomás de Aquino, al cristianizar a Aristóteles, sostuvo el origen divino y la inmaterialidad e inmortalidad del alma humana individual.)

Otro cambio proviene, en los comienzos de la Edad Moderna, de Descartes. En su obra *De las pasiones del alma* (1649) expuso una versión original del dualismo interaccionista. A la vez que defendía la dualidad mente-cerebro, negaba que fuera el alma racional la encargada de animar al cuerpo, afirmando en su lugar que el cuerpo es una máquina. Pensaba que incluso la sensación y la percepción eran mecánicas, aunque no lo pensaba del pensamiento y la conciencia. Esta doctrina tuvo un efecto liberador sobre la biología y la psicología animal, pues permitió a los científicos investigar a los animales, e incluso al hombre, como si fueran relojes —excepto, por supuesto, cuando sus almas racionales estaban por medio. Por tanto, sostenía, en contra de la doctrina cristiana, que el cuerpo humano no es sagrado y que, por ello, se podía estudiar utilizando las mismas técnicas, por ejemplo, la disección, que se utilizaban para estudiar

cualquier otro sistema físico. Por otra parte, Descartes aceptaba la concepción oficial, que afirmaba que el alma racional es inmaterial, autónoma e inmortal y, por tanto, accesible a la filosofía y a la teología, pero no a la ciencia. (Sin embargo, en sus obras *Tratado del mundo* y *Tratado del hombre*, publicadas póstumamente en 1662, y que ejercieron una importante influencia sobre los filósofos materialistas franceses, Descartes se encontraba con frecuencia muy cercano al materialismo. Esta es la razón de que se le haya llamado «el filósofo enmascarado».) El interaccionismo cartesiano se hizo popular entre los científicos y los filósofos gracias al compromiso que efectúa entre la ciencia y la fe, y a la utilización que hace del sentido común; aún hoy día continúa siendo la concepción mayoritaria en Occidente. Un ejemplo de esto es la versión que de él ofrecen el filósofo agnóstico Sir Karl R. Popper y el neurofisiólogo católico Sir John Eccles, en el libro escrito por ambos titulado *The Self and Its Brain* [*El yo y su cerebro*] (1977).

Aunque el interaccionismo cartesiano fue adoptado por todos los pensadores *bienpensantes*, ha tenido muchos más críticos eminentes de lo que podríamos imaginarnos al hacer caso de los manuales populares de historia de la filosofía. Desde Hobbes (1651), que consideraba el pensamiento como un movimiento de las partículas del cerebro; pasando por Spinoza (1677), que criticó el dualismo e identificó las sustancias extensa y pensante, observando que eran una y la misma y que, por tanto, probablemente no podrían interactuar, y siguiendo con Locke, que aunque no era materialista afirmó que «Dios puede, si lo desea, añadir a la materia la facultad de pensar» (1690, libro IV, cap. 3, sec. 6). También Hume (1739), aunque ajeno al materialismo, rechazó el dualismo cartesiano y se burlaba de la noción de un alma insustancial y eterna.

Pero, por supuesto, los desafíos más importantes provinieron de los materialistas declarados, como el filósofo Thomas Hobbes (1665) y el químico y teólogo Joseph Priestley (1777). Todavía más militantes, y mucho más influyentes, fueron los materialistas franceses, que se inspiraron en las obras póstumas de Descartes, principalmente en su *Traité de l'homme* [*Tratado de hombre*]. Estos filósofos, ampliamente leídos, aunque los filósofos anglosajones habitualmente los pasan por alto, fueron La Mettrie — famoso por su obra *L'homme machine* [*El hombre máquina*] (1745)—, Helvetius (1759), Diderot (1769), d'Holbach (1770) y Cabanis (1802).

Desde entonces el materialismo se popularizó, no tanto entre los cautos filósofos académicos como entre los científicos y el público cultivado (cf. Gregory, 1977). Feuerbach (1841), el filósofo de la religión, y los biólogos Karl Vogt (1857), Jacob Moleschott (1852) y Ludwig Büchner (1855), y los científicos sociales y activistas políticos Karl Marx (1859) y Friedrich Engels (1877-8) fueron, todos ellos, materialistas influyentes. También lo fue Charles Darwin en la soledad

de sus *Notebooks* [*Cuadernos*] M y N (*apud* Gruber y Barrett, 1974). En ellos afirmó en varias ocasiones su convicción de que «la mente es [una] función de [l] cuerpo» — dando argumentos convincentes en su favor. Además, Darwin fundó la psicología comparativa y la evolutiva en sus obras *The Descent of Man* (1871) [*El origen del hombre*] y *The Expression of the Emotions in Animals and Men* [*La expresión de las emociones en los animales y en el hombre*] (1872).

Sin embargo, casi ningún evolucionista posterior adoptó el enfoque biológico de Darwin al problema de la evolución mental. En particular, George Romanes, que escribió ampliamente sobre el desarrollo y la evolución mental, acabó defendiendo la doctrina cristiana del alma. Todavía ahora la mayor parte de los psicólogos sólo hacen caso de boquilla a la biología evolutiva. Son tan pocos los estudios sobre la evolución mental que no existe un *Journal of Evolutionary Psychology* [*Revista de Psicología Evolucionista*]. Es cierto que recientemente se han conseguido importantes avances en el estudio de la evolución de la anatomía del sistema nervioso, pero sólo en casos excepcionales han estado ligados a la evolución de la conducta y de la mentalidad. La psicología y la neurociencia están todavía experimentando la revolución darwiniana. Una vez más, es evidente la influencia del mito prehistórico. *Le mort saisit le vif*.

De un modo general, el materialismo permaneció, hasta tiempos recientes, como una filosofía extramuros. Esto fue debido a que la mayor parte de los neurofisiólogos, psicólogos y filósofos fueron filosóficamente indiferentes (quizás no eran más que cautos) o dualistas — esto último lo fueron Sherrington, Freud y Popper. Algunos se dieron cuenta del problema, pero lo consideraron irresoluble. Otros ni se dieron cuenta de él porque no necesitaron para nada el sistema nervioso: esto ocurrió con los conductistas y los psicoanalistas. (¡Los extremos se tocan!) Algunos filósofos, por ejemplo, Putnam (1960), afirman que el problema mente-cerebro no es más que un pseudoproblema. Para algunos de ellos todo el problema se reduce a elegir una u otra terminología, sea ésta mentalista, neurofisiológica o, quizás, de computadores. Estas fueron las actitudes más destacadas hasta, aproximadamente, 1960.

En 1956 el psicólogo Ullian T. Place rescató el monismo psico-neural del olvido académico en un artículo sumamente influyente sobre la conciencia considerada como un estado cerebral. Automáticamente se puso al frente del entusiasmado consenso de un importante grupo de filósofos, entre los que se encontraban Herbert Feigl (1958), Jack Smart (1959) y David Armstrong (1968), cada uno de los cuales defendió alguna versión de la denominada «teoría de la identidad», que en aquel momento sólo era una hipótesis programática. Desde entonces el monismo psicofísico ha sido una doctrina respetable y muy debatida. (Hasta entonces sólo la habían tomado en consideración unos pocos científicos y el materialismo dialéctico.)

Sin embargo, existía amplia diversidad de opiniones entre los teóricos de la identidad. Así, mientras Smart, Armstrong y sus numerosos seguidores eran materialistas convencidos y, además, fisicistas (reduccionistas), Feigl parece haber dudado entre la identidad estricta y el monismo neutral. (Este último había sido defendido por su maestro Moritz Schlick, 1925, el creador del Círculo de Viena, bajo el nombre de «doble designación». Sin embargo, lo que nunca quedó claro fue cuál era el designatum: Feigl, en comunicación personal, 1977.) Feigl sostenía que, independientemente de las diferencias que puedan existir entre los conceptos de la psicología y los de la neurofisiología, poseen los mismos referentes. Además creía que bastaba una reflexión crítica sobre el significado de los términos «físico» y «mental» para poder resolver el problema mente-cerebro (Feigl, 1960). Sin embargo, no es del todo cierto que la neurofisiología y la psicología se refieran a las mismas entidades: mientras aquella trata con sistemas neurales, ésta trata con animales completos (Hebb, 1959a). Los problemas importantes, como lo es el problema mente-cerebro, no se resuelven utilizando el análisis semántico sino construyendo sistemas hipotético deductivos (teorías). No existirá con propiedad una teoría de la identidad hasta que alguien la construya, y esta es tarea que compete a los científicos, no a los filósofos (siempre y cuando deseemos, por supuesto, que la teoría sea científica).

En todo caso, la denominada teoría de la identidad ha sido objeto de amplia discusión filosófica en las últimas dos décadas. Este desarrollo filosófico corrió paralelo con un desarrollo científico. En primer lugar, el mismo período vio un rápido descenso de los enemigos más poderosos que tenía en enfoque neurofisiológico a lo mental, el psicoanálisis — que por fin pasó a ser considerado una pseudociencia — y el conductismo; progresivamente se fueron dando cuenta de su estrechez de miras, superficialidad y de lo aburrido que es. El vacío que dejaron estas doctrinas, mutuamente contradictorias, fue ocupado por la psicología fisiológica.

Tan pronto como los psicólogos cambiaron sus presupuestos ontológicos respecto a lo mental, comenzaron a efectuar una serie de sorprendentes descubrimientos, como el del efecto que sobre la ideación tenía la privación de sensibilidad, el emparejamiento de la visión con el sistema motor, la existencia de centros de placer y de dolor, los efectos de la ablación cortical sobre el habla y el pensamiento, y los efectos mentales de los cambios en la concentración de un amplio número de agentes químicos.

Mientras los psicólogos iniciaron el túnel por un lado, los neurocientíficos intentaron alcanzar la mente desde el otro. Mostraron el efecto que la visión tiene durante el desarrollo sobre la organización del córtex visual; descubrieron la organización columnar de las neuronas del córtex sensorial; se encontraron con que los pacientes con el cerebro seccionado se puede decir que poseen dos mentes; que

podemos someter la conducta a control por radio y, por supuesto, que la podemos alterar utilizando la cirugía y la manipulación química, etc. En el mismo período los terapeutas de la conducta comenzaron a curar fobias y otros desórdenes mentales, y los psicofarmacólogos y psicoendocrinólogos comenzaron a enfrentarse a las psicosis y otros desórdenes neurológicos. Por último, pero no por ello menos importante, el Neurosciences Research Program [Programa de investigación en Neurociencia] y el International Brain Research Organization [Organización internacional para la investigación cerebral], que publican *Neuroscience* [Neurociencia], lanzaron una ofensiva internacional. Por fin le ha llegado al problema mente-cerebro el momento de ser tratado científicamente, y la fuerza filosófica que conduce esta investigación es el monismo psicofísico.

El dualismo psicofísico, a pesar de que se encuentra en declive, es todavía la concepción que tiene más publicidad. (Igual que los parapsicólogos, astrólogos, ufólogos y similares tienen mucha más cobertura por la prensa que quienes los desenmascaran; ver las quejas de *The Skeptical Inquirer* [El investigador escéptico].) El dualismo cuenta con la defensa de neurocientíficos eminentes, como el finado Wilder Penfield (1975), Sir John Eccles (1977) y (algo más tímidamente) Roger Sperry (1969), y también con la de importantes filósofos, como Sir Karl Popper (1972, 1977), William Kneale (1962) y Stephen Toulmin (1971).

Pero ya existen también importantes defensores del punto de vista contrario que, además, son cada vez más y siguen creciendo. Por ejemplo, los neurocientíficos Colin Blakemore (1977), Theodore H. Bullock (1958), Robert W. Doty (1965), Gerald M. Edelman (1978), C. Judson Herrick (1949), Vernon Mountcastle (1975), S. Ramón y Cajal (1923), T. Shallice (1972) y John Z. Young (1971, 1978); los psicólogos Dalbir Bindra (1976), Kenneth Craik (1943), J. A. Gray (1972b), Donald Hebb (1949), Harry Jerison (1973), James Old (1975), U. T. Place (1956), Jean Piaget (1968), N. S. Sutherland (1970), T. C. Schneirla (1949), W. R. Uttal (1978), J. Wolpe (1978) y O. L. Zangwill (1976); y los filósofos David Armstrong (1968), W. V. Quine (1960), Richard Rorty (1965) y J. J. C. Smart (1963). Por cada autoridad que defiende el dualismo psicofísico existe por lo menos otra generalmente más joven — que defiende la psicobiología.

Sin embargo, los científicos y los filósofos no deben dejarse dominar por la autoridad: deben examinar la fuerza de las concepciones en juego y su fundamentación empírica, además de su compatibilidad con las demás teorías científicas, y sobre todo con la concepción científica del mundo. También deben tener en cuenta lo fructíferas o estériles que sean las diversas teorías de la mente, es decir, si son capaces, o no, de sugerir más experimentos y teorías, o si se limitan a ser asiento cómodo para la superstición que en ellas se atrinchera.

CAPITULO 2

EL ORGANISMO

1. MARCO DE REFERENCIA BASICO

En este libro trataremos de sistemas de un tipo especial; trataremos de organismos que poseen subsistemas muy peculiares: sistemas nerviosos. Por tanto, parece pertinente comenzar por caracterizar la noción de *sistema concreto o material*. Podemos definir una entidad de este tipo como una cosa compuesta de partes que no son mutuamente independientes; que, por el contrario, se encuentran interconectadas. Todo sistema σ tiene 1) una *composición* $\mathcal{C}(\sigma)$ (el conjunto de sus componentes); 2) un *entorno* $\mathcal{E}(\sigma)$ (el conjunto de las cosas que no son componentes del sistema y que actúan sobre esos componentes o son influidos por ellos), y 3) una *estructura* $\mathcal{S}(\sigma)$ (el conjunto de las relaciones, en particular conexiones o enlaces, entre los componentes, o entre éstos y los elementos del entorno). Además, todo sistema posee *propiedades emergentes*, es decir, propiedades que no poseen sus componentes. En concreto, los biosistemas poseen propiedades que no poseen ni sus componentes físicos ni los químicos. (En Bunge, 1979a, se encuentra una discusión de los sistemas en general y de los biosistemas en particular.)

Entre los animales que poseen un sistema nervioso central, (que abreviaremos SNC), existen animales con grados diversos de complejidad que van desde gusanos poco desarrollados, que apenas si tienen media docena de neuronas, pasando por la mosca que tiene unas cien mil, hasta los seres humanos que tienen cerca de cien mil millones (10^{11}). Los niveles correspondientes de conducta oscilan desde la conducta automática hasta la sumamente creativa. Y las variedades de vida interior (experiencia subjetiva) oscilan entre la inexistente y la extremadamente rica. Como es normal aceptar que es posible explicar el funcionamiento de las formas inferiores del sistema nervioso y de la conducta animal en términos estrictamente biológicos, nos concentraremos en las funciones superiores, es decir, en aquellas que, según la creencia popular, requieren la presencia de un alma, espíritu o mente inaccesible a la ciencia.

El principal supuesto de que partimos es que la conducta es una manifestación externa de procesos neurales, y que éstos incluyen

algunos que no son ostensivos, ejemplo de los cuales pueden ser sentir, imaginar, soñar, desear y razonar. En cualquier caso, ni la función psíquica ni la conducta existen por sí mismas. El que hace el comportamiento es el organismo como totalidad o algún subsistema suyo. Y es el SNC, o algún subsistema suyo, el que controla la conducta y la sensación, el que imagina, desea, razona, planea, etc. Por decirlo de otro modo, no existe mente independiente del cerebro, y mucho menos paralela a él o en interacción con él. La mente no es más que una colección de funciones (actividades, sucesos) de un SNC extremadamente complejo. Formularemos estas ideas en términos de un espacio de estados, como suele hacerse en toda la ciencia.

Ya hemos visto que el dualismo no se puede formular con ayuda de ese formalismo, porque describe lo mental en términos del lenguaje ordinario. Sin embargo, si fuera posible matematizar estos términos, el dualismo necesitaría *dos* espacios de estados distintos: uno para los estados del cerebro y el otro para los de la mente. (Fig. 2.1) y esto iría en contra del núcleo de la ciencia contemporánea.

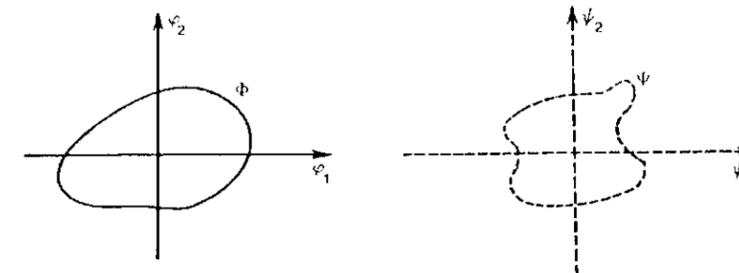


FIGURA 2.1. El dualismo necesita dos espacios de estados distintos: Φ (físico) y Ψ (mental). El espacio de estados mental Ψ no está bien definido matemáticamente, razón por la cual la línea correspondiente es punteada.

En cambio, el monismo requiere un único espacio de estados para cada especie animal. La diferencia estriba en que mientras los monistas neutrales y los espiritualistas no sabrían qué variables de estado podrían describir el estado de la sustancia neural o mental, los materialistas, por lo menos en principio, sabrían cómo proceder (Fig. 2.2).

Está clara la diferencia entre postular dos espacios de estados distintos (uno de ellos borroso) e hipotetizar un único espacio de estados que contiene algunas variables de estado que son mentales, aunque todas las variables de estado representen propiedades cere-

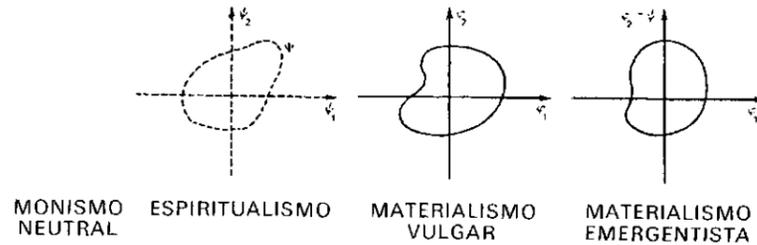


FIGURA 2.2. Variedades del monismo. Monismo neutral: existe una única sustancia que conocemos por medio de sus manifestaciones duales. Por tanto no hay espacio de estados para ella. Espiritualismo: Todo es mente. Materialismo vulgar (eliminativo y reduccionista): Todo es materia. Materialismo emergentista: Algunas propiedades del cerebro son mentales (es decir: algún eje del espacio de estados del cerebro o alguna de sus funciones, representa propiedades mentales).

brales. En este último caso todos los estados mentales son estados cerebrales, pero no a la inversa - es decir, *los estados mentales constituyen un subconjunto del conjunto de los estados cerebrales*, que a su vez están incluidos en el conjunto de los estados posibles del organismo. Y todo proceso mental es un proceso cerebral que, por lo tanto, se puede representar como un arco de curva en el espacio de estados cerebrales.

2. UNIDADES NEURALES

El sistema nervioso fue considerado, durante la época de esplendor del conductismo, como una caja negra, carente de interés, que mediaba misteriosamente entre los estímulos y las respuestas. Ahora la neurofisiología y la psicología fisiológica consideran al SNC un biosistema sumamente complejo que, además de «procesar» *inputs* y controlar *outputs*, se encuentra en actividad autónoma constante (y en ocasiones creativa). De hecho dichas ciencias están interesadas en seis niveles diferentes de los sistemas:

Subcelular: membranas neuronales, conexiones sinápticas, dendritas.

Celular: neuronas y neuroglías.

Microsistemas neurales: sistemas multicuronales (asambleas itinerantes de cientos, miles e incluso millones de neuronas).

Macrosistemas neurales: sistemas de cientos, miles o millones de microsistemas neurales. En los primates se encuentran los siguientes niveles: sistema somatoestésico, sistemas visual y auditivo, sistema regulador de la temperatura, córtex no comprometido, etc.; hemisferios cerebrales; cerebro; sistema nervioso central (SNC) o cerebro más médula espinal; sistema nervioso (SN) o SNC más los centros nerviosos periféricos; sistema neuroendocrino (SNC) o SNC más las glándulas endocrinas (por ejemplo, glándula pituitaria (hipófisis) y glándula suprarrenal).

Organismo (animal).

Pequeñas agrupaciones (sistema formado por animales que interactúan directamente; por ejemplo, familia, horda o cuadrilla de trabajadores).

Es de suponer que cualquier proceso mental utiliza millones de neuronas (del casi billón que tiene el *Homo sapiens*). Y esto no sólo ocurre en los micro o macrosistemas neurales, sino también en los niveles celular y subcelular. Por supuesto, y en contra de lo que se pensó hasta hace pocas décadas, lo que ocurre en la sinapsis determina considerablemente todo el comportamiento neuronal. Por ejemplo, un exceso de dopamina produce esquizofrenia, mientras que su carencia se manifiesta como un Parkinson, siendo ambos casos manifestaciones del mal funcionamiento del SNC. Por consiguiente, la hipótesis de que las neuronas son sólo dispositivos que obedecen a la corriente eléctrica, y que funcionan al modo de los conmutadores eléctricos, se ha quedado anticuada (Bishop, 1956; Pribram, 1971a, b; Kandel, 1976). En cualquier caso, los psicobiólogos están interesados en sistemas neurales de tamaño mediano y grande, que posean propiedades que sean emergentes respecto a las de sus componentes. «Debemos acometer la descripción de masas neurales en los términos peculiares que requieran sus propiedades, que están basadas en, pero son distintas de las propiedades de las neuronas componentes aisladas» (Freeman, 1975). Ya un eminente neurocientífico lo afirmó hace dos décadas: «Una manera de expresar nuestra fe —y no es más que esto—, es decir, que aún quedan por descubrir nuevos y emergentes niveles de las relaciones fisiológicas entre las neuronas en las grandes masas, que serán las que expliquen las lagunas que persisten en nuestra comprensión de los fenómenos de la conducta, y que la mente no es más que un nombre para algunas de estas relaciones y sus consecuencias» (Bullock, 1958, p. 166).

La identificación de los sistemas, subsistemas y supersistemas neurales puede ser anatómica (topográfica), fisiológica (funcional), o anatomofisiológica; habitualmente la efectuamos con la ayu-

da de claves conductistas. Los psicólogos están interesados en la caracterización funcional de los sistemas neurales, es decir, en averiguar qué pueden hacer. Ahora bien, algunos de estos sistemas poseen componentes permanentes, mientras que otros no los poseen. El ejemplo mejor conocido de un sistema neural del primer tipo (es decir, de un sistema con composición constante), es el sistema visual, compuesto de subsistemas identificables anatómicamente: los ojos, los nervios ópticos, el tracto óptico, el núcleo geniculado lateral y el córtex visual. En una escala mucho más pequeña nos encontramos con las columnas verticales de neuronas en las capas del córtex visual (Mountcastle, 1959; Powell y Mountcastle, 1959; Hubel y Wiesel, 1963). Lo que nadie parece saber con seguridad es si los propios circuitos neurales son reales o ficticios (Bullock, comunicación personal).

Ni siquiera un neurocirujano sería capaz de encontrar algunos sistemas neurales debido a que no poseen una composición constante; en lugar de tener una localización fija, pueden ser sistemas itinerantes de neuronas formados precisamente para una ocasión (Craig, 1966; Bindra, 1976). Seguramente existen miles de sistemas neurales con límites más o menos ambiguos. Y quién sabe cuántos miles de millones de psicones itinerantes (*psixgos*, según la terminología de Bindra) pueden llegar a formarse a lo largo de la vida de un primate (Fig. 2.3). Además, los psicones pueden estar compuestos de neuronas que, aunque conectadas plásticamente entre sí, estén distribuidas en diversas regiones anatómicamente distintas (Bechtereva, 1978).

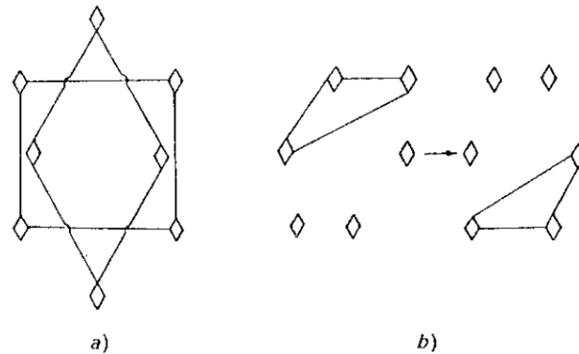


FIGURA 2.3. a) Dos sistemas neurales que ocupan aproximadamente la misma región espacial, aunque posean funciones distintas; «sirven para» en funciones diferentes. b) Los psicones pueden ser itinerantes, a pesar de que sus componentes permanezcan fijos, debido a que sus conexiones cambian con el paso del tiempo.

No son los subsistemas del sistema nervioso los únicos que atraen el interés de los neuropsicólogos; también lo atraen los supersistemas, y el que más el sistema neuroendocrino (SNE). La conexión entre el SNC y las glándulas endocrinas, sean extracraneales —como la suprarrenales— o intracraneales —como la hipófisis—, es tan estrecha que aunque anatómicamente se pueden distinguir, no se puede hacer así desde el punto de vista fisiológico. Los sistemas neurales activan los órganos endocrinos por medio de hormonas transportadas por la sangre. A su vez, las señales hormonales activan los sistemas neurales de dos modos: modificando la conducta o continuando la actuación sobre el mismo o sobre otros órganos endocrinos (Fig. 2.4).

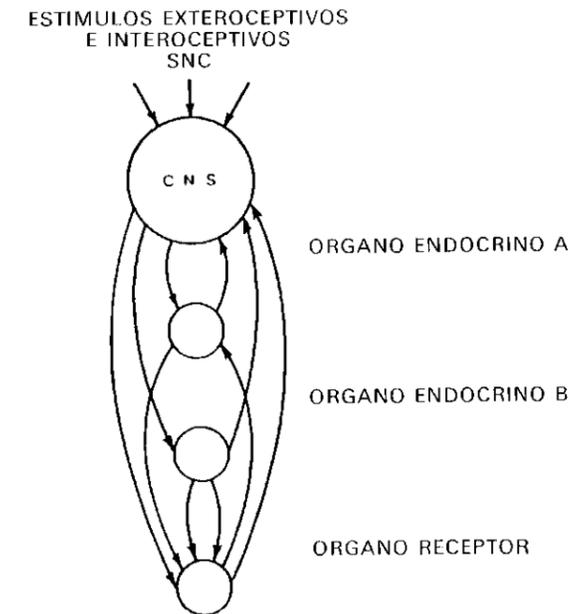


FIGURA 2.4. Interacciones entre el SNC y las glándulas endocrinas

El sistema nervioso central y los sistemas endocrinos se encuentran enlazados tan estrechamente que algunas neuronas producen mensajeros químicos; esto sugiere la hipótesis especulativa de que la neurona primitiva era a la vez una neurona y una microglándula (que en algunos casos terminó especializándose). (Cf. Scharer y Scharer, 1963.)

¿Cuál es, entonces, la justificación que nos permite afirmar que la mental es una función neural y no endocrina? ¿Por qué no suponemos que la mente es un conjunto de funciones del sistema neuroendocrino, y no del SNC? Por la siguiente razón: las hormonas *influyen* en los estados cerebrales, pero no *hacen* que percibamos, sintamos, deseemos, pensemos, etc. Por ejemplo, un cambio en la concentración de noradrenalina (norepinefrina) provoca un cambio de humor o de ánimo, con lo que facilita algunas funciones cerebrales mientras que dificulta otras. Pero otros sistemas, como el cardiovascular y el digestivo, también están estrechamente conectados con el SNC y, sin embargo, no les atribuimos ninguna función psíquica. En último extremo, aunque ciertas conductas, como la locomoción, sean efectuadas por el animal completo, no por ello estamos extendiendo la mente a todo el cuerpo. (Esto son sólo casos particulares del eterno problema de delimitar las fronteras de un sistema. Dos cosas pueden encontrarse conectadas tan estrechamente que forman un sistema, y sin embargo cada una de ellas puede ser, a su vez, un subsistema, como es el caso de los átomos en las moléculas o de las personas en la sociedad.)

Cuando afirmamos que los estados y procesos mentales son estados y procesos de algún cerebro pisamos entonces terreno firme. La incertidumbre comienza cuando intentamos localizar los diversos hechos mentales, es decir, cuando intentamos precisar el sistema que «ayuda», «media» o «es responsable de» determinado hecho mental. Este es el problema de identificar la unidad funcional básica capaz de encontrarse en determinado estado mental. Aparte de la estéril negativa de los dualistas a enfrentarse al problema, le han sido dadas tres respuestas: el neuronismo, el holismo y el sistemismo. Las revisaremos brevemente.

3. NEURONISMO, HOLISMO, SISTEMISMO

El *neuronismo* (*atomismo*) atribuye a las neuronas aisladas algunas capacidades mentales. Por ejemplo, algunos neurofisiólogos hablan de neuronas con mando, neuronas que son capaces de tomar decisiones (cf. Kupfermann y Weiss, 1978). Esta es una hipótesis sospechosa por diversas razones. En primer lugar, porque elimina el problema en lugar de resolverlo: es evidente, que si las neuronas aisladas son capaces de desempeñar funciones mentales complejas, entonces no hay necesidad de estudiar sistemas neurales complejos. En segundo lugar, porque no hay ni pizca de evidencia en favor de la hipótesis de que las neuronas aisladas puedan efectuar operaciones complejas, como la operación de elaborar una instrucción, codificada en algún lenguaje, para comportarse de cierta manera, instrucción que, además, sólo puede modificarse en caso de riesgo.

La capacidad de tomar decisiones y elaborar órdenes, y la de obedecer estas últimas, parece que son un privilegio que sólo poseen los sistemas multineuronales (Linás y Bunge, 1978). En tercer lugar, porque los análisis histológicos de las neuronas de pacientes con determinadas enfermedades mentales no han mostrado anormalidades celulares de ningún tipo: casi todos los desórdenes neurológicos (o psiquiátricos) son provocadas por el mal funcionamiento de sistemas neurales complejos, no por el mal funcionamiento individual de las neuronas. En resumen, las neuronas no son ni listas ni estúpidas. Por tanto, «neurona de control» puede ser un nombre más apropiado para las «neuronas con mando».

En conclusión, parece que el neuronismo es falso. Además, no sólo no es iluminador, sino que frecuentemente ha servido al oscurantismo. De hecho, muchos neurofisiólogos eminentes que gastaron mucho tiempo en poner microelectrodos en neuronas individuales, concluyeron sin encontrar en ellas mente de ningún tipo, llegando a la conclusión de que la mente debe ser inmaterial. Pero, por supuesto, lo único que han demostrado es la imposibilidad que tienen las neuronas aisladas de realizar ninguna actividad mental. En lugar de esto podrían haber concluido que hacen falta sistemas neuronales complejos (probablemente multimillonarios) para realizar actividades mentales, del mismo modo que hacen falta miríadas de moléculas para formar sistemas que posean propiedades emergentes (que posean, por ejemplo, opacidad y solidez). En resumen, el neuronismo no sirve. (Ver, sin embargo, Konorski, 1967.)

Completamente opuesto al neuronismo se encuentra el holismo, que atribuye capacidades mentales al cerebro como totalidad o a algún alma o mente inmaterial. Por eso, los holistas favorecen una teoría holográfica de la memoria y de los demás rasgos mentales. Todos ellos citarán las «deyes» de Lashley de acción de masa y de equipotencial del córtex. Pero, independientemente de que puedan servir para ratas, para los seres humanos no sirven ni siquiera aproximadamente. Por ejemplo, si destruyéramos el área de Broca no se podría articular el habla; si lo hiciéramos con el área de Wernicke no podríamos entender el lenguaje. Es cierto que en ocasiones se da una recuperación funcional limitada gracias a que el hemisferio derecho se hace cargo de algunas funciones del hemisferio izquierdo. También es cierto que los diversos subsistemas del cerebro interactúan, hasta el punto de que el empeoramiento de alguno de ellos es probable que sea el resultado del empeoramiento de los demás. Sin embargo, nada de esto sirve para demostrar que el cerebro sea un cuerpo amorfo. Las funciones mentales no son el resultado de la acumulación de tejido nervioso, sino que son un resultado de su organización. Esto queda confirmado por la psicobiología comparativa: a fin de cuentas, las marsopas tienen un córtex todavía

mayor que el de los hombres y, sin embargo, ni se les ha pasado por la cabeza elaborar mitos sobre la mente.

La alternativa que queda al neuronismo y al holismo es el *sistemismo*, hipótesis según la cual el cerebro no es un montón de unidades autosuficientes ni es un cuerpo homogéneo, sino que es un sistema de subsistemas especializados u *órganos*. La hipótesis de que existen numerosos «centros», «áreas» u «órganos» cerebrales que se encargan de determinadas funciones posee amplia evidencia empírica. Por ejemplo, el tallo cerebral regula la actividad del córtex y lo podemos manipular de tal manera que provoque en el individuo sueño o insomnio (Magoun, 1958). Podemos decir que el sistema límbico es el órgano de la emoción, y el lóbulo frontal el órgano que regula el comportamiento social. Las etapas de la recuperación de los afásicos bilingües sugiere que cada lenguaje ocupa un sistema neural diferente. Lo cual es una afirmación especialmente fuerte cuando se trata de la pérdida completa de uno de los lenguajes y de la recuperación antagónica (cuando ambos lenguajes se recuperan sucesivamente, pero a medida que el segundo se va recuperando, el primero se vuelve a perder), como si la reactivación de uno de los sistemas inhibiera al otro. (Michel Paradis, comunicación personal.)

También existe amplia evidencia en favor de la hipótesis de que los diversos subsistemas cerebrales constituyen un supersistema: a) todos los estímulos sensoriales actúan sobre todas las principales «estructuras» (subsistemas) del cerebro, y b) todas las respuestas parecen estar «mediadas» (generadas) por varios subsistemas distintos (cf. John, 1972). Pero del hecho de que todos los sistemas «participan» cuando nos enfrentamos a tareas especialmente difíciles no se sigue que no existan sistemas especializados.

El marco de referencia sistémico supera las dificultades del neuronismo y del holismo: es intermedio entre las tesis de que una neurona aislada («pontifical») puede ser «responsable de» cada pensamiento posible sobre la abuela y la tesis de que en cada suceso mental participa todo el cerebro. Según la concepción sistémica, cada función mental es función de algún sistema neural, y éste puede ser permanente o itinerante. Esta hipótesis sugiere investigar los sistemas neurales mínimos capaces de encargarse de la(s) función(es) de que se trate, con lo que fomenta la elaboración de modelos neurales y el diseño de técnicas experimentales, como la medición del flujo sanguíneo en los diversos subsistemas como indicativo de su actividad (Fig. 2.5).

En lugar de afirmar dogmáticamente que determinada capacidad mental debe ser función de una neurona individual o del cerebro completo, el sistemismo invita a investigar sistemas neurales de tamaño medio — es de suponer que están compuestos, por lo menos, de cien neuronas—, que sean capaces de poseer la propiedad emergente de que en cada caso se trate. Esta es la razón de que el

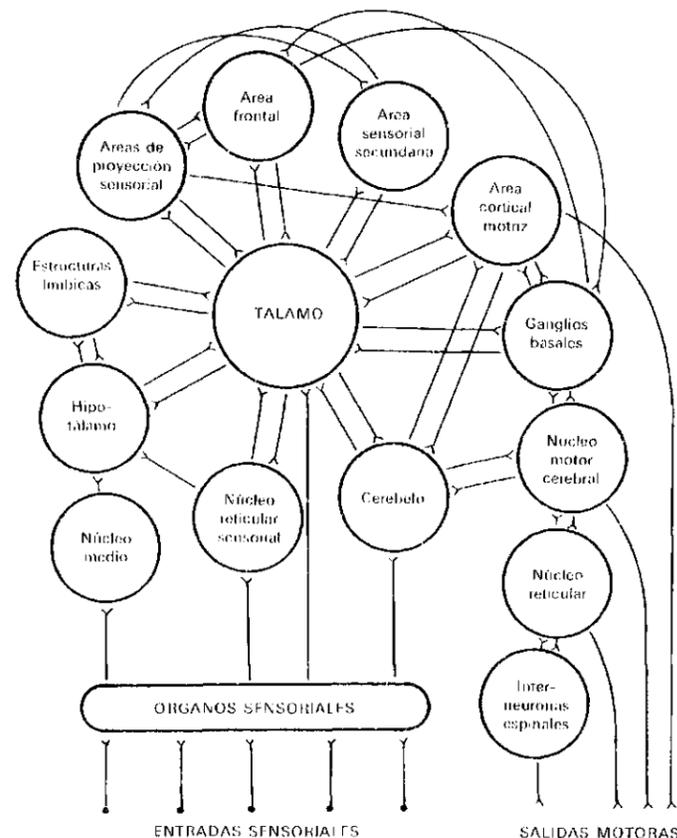


FIGURA 2.5. Dibujo esquemático del modelo interactivo de las funciones cerebrales, según parece que se presenta la emergencia. La conducta adaptativa es el resultado de la actividad continuada en varios sistemas neurales que se encuentran en interacción. Aquí se muestran los caminos supuestos de la interacción normal directa; no todos los caminos propuestos se han verificado anatómicamente. (Tomado de Bindra, 1976, p. 26.)

marco de referencia sistémico sea heurísticamente fructífero a pesar de que no proporcione respuestas precisas a los problemas concretos que plantea. Problemas como el de si el sistema que sospechamos que se encarga de alguna(s) función(es) de interés contiene pocas neuronas (caso de los insectos) o miles de millones y como el de si

siempre está compuesto de las mismas neuronas (conjunto neuronal fijo) son problemas que mejor dejamos que la investigación empírica detallada se ocupe de ellos. En todo caso, la hipótesis programática es que hay algún sistema neural que se encarga de ejecutar cada función mental, y que el sistema neural ni es tan pequeño como para imposibilitar la emergencia ni tan grande como para que el análisis no pueda tener un objetivo determinado (ni global ni puntual).

(Existe alguna semejanza superficial entre el sistemismo y la frenología — doctrina cuyos méritos, dicho sea de paso, sólo ahora son reconocidos: ver Bynum, 1976. Pero a diferencia de los frenólogos, nosotros reconocemos la existencia de circuitos neurales itinerantes. Y mientras la frenología era sobre todo especulativa y dogmática, nosotros podemos demostrar la existencia de soporte empírico en favor de la existencia de sistemas neuronales estrechamente cohesivos que poseen alguna función específica, y no andarnos con rodeos sobre la naturaleza programática del marco de referencia.)

Cada una de las tres concepciones anteriores — neuronismo, holismo y sistemismo — sugiere su propia estrategia a la hora de investigar el cerebro. La estrategia del neuronismo o atomismo será centrar la atención en las neuronas individuales, esperando, con ello, conseguir un conocimiento más detallado de ellas que, a su vez, nos conducirá a una comprensión mejor de las propiedades y actividades de los sistemas neurales. La estrategia holista aborda el cerebro como totalidad e investiga su acción de masa, sobre todo el potencial eléctrico total y la totalidad de la conducta animal. Por último, la estrategia del sistemismo consiste en investigar tanto el cerebro en su totalidad como cada uno de sus subsistemas y las relaciones que tienen con los sistemas no neurales, sobre todo con el sistema endocrino.

La estrategia atomista consigue un conocimiento imprescindible sobre el átomo neural (la neurona), pero no consigue descubrir nada sobre los sucesos y estructuras cerebrales cooperativos o colectivos que son tan característicos de cada sistema complejo, sea físico, químico, biológico o social. Puesto que lo mental no se encuentra en las neuronas individuales, los atomistas pueden sentirse tentados por ampliar su conocimiento de los detalles neurofisiológicos con una doctrina sobrenatural de la mente; un ejemplo de este caso es Eccles. La estrategia holista conseguirá valiosa información sobre procesos de todo el cerebro, pero será incapaz de explicar los mecanismos subyacentes. (Sería lo mismo que intentar explicar el funcionamiento de un aparato de televisión sin inspeccionar sus entrañas ni hacer conjeturas sobre sus componentes y sus interacciones.)

La estrategia sistémica es la única que promete describir, explicar y, en ocasiones, predecir, el funcionamiento de cada sistema neural. Es la que recomendó Sherrington (1906) con el nombre de *integradora*; también es la adoptada por Hebb (1949) y su escuela, y por

los neurofisiólogos que investigaron los sistemas de neuronas (como las columnas corticales) y los que elaboraron modelos conjeturando sus actividades. Esta estrategia no es distinta de la que con tanto éxito se utiliza en otros campos de la ciencia y la tecnología. Esta es la razón de que la adoptemos. (En Bunge, 1977d, se trata más detalladamente el trilema atomismo-holismo-sistemismo.)

4. DESARROLLO Y EVOLUCION

Casi todos los dualistas describen la mente como una entidad invariable, como una entidad que tiene pequeñas variaciones pero que ni ontogénica ni filogenéticamente varía significativamente. Por tanto, sostienen que cada persona conserva su (de él o de ella) «identidad personal» a lo largo de toda su vida: Juanita es idéntica a sí misma desde la infancia a la vejez y, según los psicoanalistas, hasta sus sueños quedan predeterminados por sus experiencias infantiles. (Ver, por ejemplo, Jones, 1961, p. 232.) Mucho antes de que la psicología genética alcanzara la madurez con Piaget, ya Hume (1739) se había dado cuenta de la dificultad de sostener aquel modelo de la mente y había recalcado su naturaleza dinámica. Hasta la mente de un adulto sano que observe hábitos regulares, Inmanuel Kant, por ejemplo, cambia de hora en hora: en este momento puede ser una mente despierta y creativa y en el siguiente puede ser incapaz de concentrarse y de resolver el más sencillo de los problemas — debido, por ejemplo, al sueño. Además, si Kant hubiera desobedecido las órdenes reales de no ir más adelante en su sinsentido irreligioso, podría haber acabado en la prisión o en un confinamiento solitario, en cuyo caso su cerebro podría haber resultado deteriorado hasta el extremo de transformarse en incapaz de seguir filosofando.

La variabilidad de la mente — o mejor del cerebro mentante — aparece más recalcada en el caso de los animales en desarrollo, sean cachorros o niños humanos, siendo en la vejez inmensa y rápida. En este caso se presentan algunos cambios dramáticos, sumamente obvios tanto desde el punto de vista anatómico como de las modificaciones de la conducta. En particular hay capacidades o facultades que aparecen o desaparecen casi de un día a otro, porque sistemas neurales enteros son puestos en funcionamiento o detenidos. Por esto, el niño que solamente sabe repetir unas pocas palabras sueltas, repentinamente profiere su primera oración completa; y el científico senil sufre una conversión repentina a algún culto oriental. (En el primer caso son evidentes un desarrollo dendrítico, mielinación y otros cambios anatómicos. En el segundo existe una clara contracción cerebral.) En resumen, cuando tomamos en consideración períodos de desarrollo rápido o de degeneración veloz, la ilusión de que poseemos una mente invariable (es decir, la ilusión de que con-

servamos la identidad personal a lo largo de toda nuestra vida) demuestra ser una ilusión vana. Es cierto que existe una continuidad de la persona, pero esto no es lo mismo que identidad.

Se denomina *plasticidad* a la capacidad que tiene el SNC de cambiar su composición o su organización (estructura) y, en consecuencia, de modificar alguna de sus funciones (actividades) incluso en presencia de un medio (aproximadamente) constante (cf. Paillard, 1976). La plasticidad parece ser una característica que el córtex cerebral asociativo tiene desde el nacimiento hasta la senectud, hasta el extremo de que podemos caracterizar a este sistema como «el órgano capaz de formar nuevos órganos funcionales» (Leontiev, 1961, *apud* Luria, 1966). En términos psicológicos, la plasticidad es la capacidad de aprender y olvidar. Desde un punto de vista monista el aprendizaje es la activación de sistemas neurales que antes no se ocupaban de la tarea en cuestión, lo cual se consigue presumiblemente estableciendo o reforzando algunas conexiones sinápticas. (Según Hebb, 1949, las neuronas que disparan juntas tienden a continuar unidas formando asambleas neuronales o sistemas.)

El desarrollo de los animales está controlado por su genoma, pero éste no es el único que determina el desarrollo. En último extremo, este control es bioquímico, puesto que consiste en la elaboración de enzimas y otras proteínas. El control genético es variable porque no todos los genes «se expresan» por sí mismos todo el tiempo (es decir, no todos controlan la síntesis de proteínas por sí mismos todo el tiempo). Además, el control genético no está completamente determinado; puede ser modificado por circunstancias ambientales y por la conducta — no decimos que éstas puedan modificar la dotación genética, sino que pueden estimular o inhibir la «expresión» de los genes. Por cierto está de moda decir que los genes lo determinan todo, incluso la conducta. Sin embargo, no existe evidencia empírica en favor de esta hipótesis de la predeterminación genética: es un dogma. (Una crítica de este dogma se puede encontrar en Piaget, 1976.) La evidencia empírica parece favorecer claramente la hipótesis de que el genoma y el medio son los que controlan conjuntamente.

Los cambios neurofisiológicos — por consiguiente, cambios de la conducta y mentales— se pueden acelerar o retardar por medio de estímulos ambientales (naturales o artificiales) y por el cese de dichos estímulos. *Ejemplo 1.* La administración de tiroxina a ratas recién nacidas adelanta un par de días la adquisición de destreza nata-toria, mientras que la administración de cortisol retrasa, en aproximadamente el mismo período de tiempo, la maduración del SNC del animal (Schapiro y otros, 1970). *Ejemplo 2.* Una deficiencia proteínica durante la infancia disminuirá algunas funciones cerebrales, a veces las sensoriomotoras más elementales (Cravioto y otros, 1966). Esta disminución será irreversible si la malnutrición

infantil va a acompañada de privaciones ambientales. *Ejemplo 3.* Los animales criados en condiciones ambientales empobrecidas pueden mostrar: a) un córtex cerebral más delgado; b) mayor concentración de aminoácidos libres, que no son utilizados para producir proteínas, y, por consiguiente, en el córtex visual y en otras áreas se efectuará una síntesis proteínica menor, y c) una disminución en el número de dendritas y de sinapsis. A nadie sorprenderá que la conducta correspondiente sea llamativa. *Ejemplo 4.* La estimulación (sobre todo, las muestras de cariño) durante la infancia producen en las ratas asimetrías cerebrales (lateralización) (Denenberg y otros, 1978). *Ejemplo 5.* Los gestos que se hacen al reír son el resultado de la configuración muscular innata junto con la cultura: el genoma determina cómo han de ser aquéllos, pero no el modo como han de usarse. Por el momento no nos ocupemos más de la interrelación naturaleza-educación (o interrelación entre genoma-ambiente-experiencia), que es la encargada de pilotar el desarrollo.

El que las pautas de conducta y las capacidades mentales dependan de características anatómicas y ecológicas es aún más obvio cuando lo observamos desde una perspectiva histórica, es decir, cuando tomamos en consideración la evolución de la conducta y de la mente. Todos los organismos son capaces de regular sus propias funciones biológicas y de enfrentarse con cambios ambientales. Existen plantas — como la *Mimosa pudica* y la dionea— que reaccionan y se adaptan con gran efectividad a cambios ambientales repentinos: poseen un sistema de información químico (hormonal) que recuerda exteriormente (por su conducta) al sistema nervioso. Pero esto no son más que excepciones y, en cualquier caso, el sistema de información hormonal es demasiado pobre (lento e indiferenciado) como para poder enfrentarse con cambios ambientales muy distintos y rápidos. La capacidad de reaccionar a estos cambios adaptándose a ellos y la capacidad para explorar y modificar el medio de un modo activo, no pasivo, son típicas de los animales. Y es característico de los vertebrados superiores ser capaces de elaborar mapas del medio y planear acciones. De estas tareas sólo se puede ocupar un sistema nervioso muy evolucionado.

No es sorprendente que algunas capacidades de la conducta y de la mente se presenten graduadas, y estas graduaciones se corresponden con el grado de complejidad del sistema nervioso cuando tiene algo que ver. Podemos distinguir en el sistema nervioso los siguientes grados de organización o complejidad:

- 1) *Red nerviosa* o sistema nervioso difuso como el de la *hydra* y el de la medusa: en ellos no hay ninguna especialización o especificidad neuronal.
- 2) Sistema nervioso *ganglionar*, como el de los insectos, moluscos y crustáceos. El sistema se compone de sub-

sistemas relativamente autónomos o ganglios (neuronas enlazadas estrechamente), cada uno de los cuales se especializa en alguna función. (Si existe alguna duda respecto a la autonomía relativa de estos subsistemas, obsérvense las contracciones rítmicas de una pata de araña separada del cuerpo.)

- 3) Sistema nervioso *central*, compuesto de cerebro y médula espinal, como ocurre en los vertebrados. El cerebro es un superganglio compuesto de varios subsistemas estrechamente interconectados, cada uno de los cuales está compuesto, a su vez, de numerosas neuronas de diferentes tipos conectadas de modos distintos.

La anterior clasificación no es solamente según los grados de complejidad de la organización neural: también son etapas de un proceso evolutivo que es de suponer que ha necesitado para efectuarse casi mil millones de años. Puesto que la complejidad en la organización neural ha de ir pareja con la complejidad en la conducta y en la mente, también son estadios de la evolución de la conducta y de la actividad mental. La psicología evolucionista es un campo de investigación joven y olvidado (Bunge, 1979b). Lo que, sin embargo, sí está bien establecido son algunas tendencias de la evolución de la conducta y de la mente (cf. Masterton y otros, 1976a, 1976b). Entre éstas se encuentra el incremento constante en el valor de la razón entre cerebro/cuerpo a lo largo del proceso evolutivo, sobre todo en los vertebrados: Ver figura 2.6. (La línea de tendencia viene dada por $E = kP^{2/3}$.)

En conclusión: el cerebro y sus funciones no sólo no son invariables, sino que se desarrollan a lo largo de la vida del animal (ontogénesis) y a lo largo de la historia de las poblaciones animales (filogénesis). Por tanto, hablar de la mente humana considerándola una entidad invariable que, además, es independiente del SNC, es ridículo: las capacidades mentales que tan orgullosos estamos de poseer tienen humildes orígenes tanto desde el punto de vista filogenético como ontogenético. Es paradójico que esta modesta postura sea la única que nos permite esperar grandes desarrollos de esas capacidades tanto en los individuos como mientras continúe la evolución futura de nuestra especie. Es evidente que quien crea que la mente es invariable no puede conservar esta esperanza. Por otra parte, consigue vivir en bienaventurada ignorancia del deterioro del cerebro y, por tanto, de las capacidades mentales, durante la vejez.

La figura 2.7 da una idea aproximada de la evolución de la conducta y de la capacidad mental.

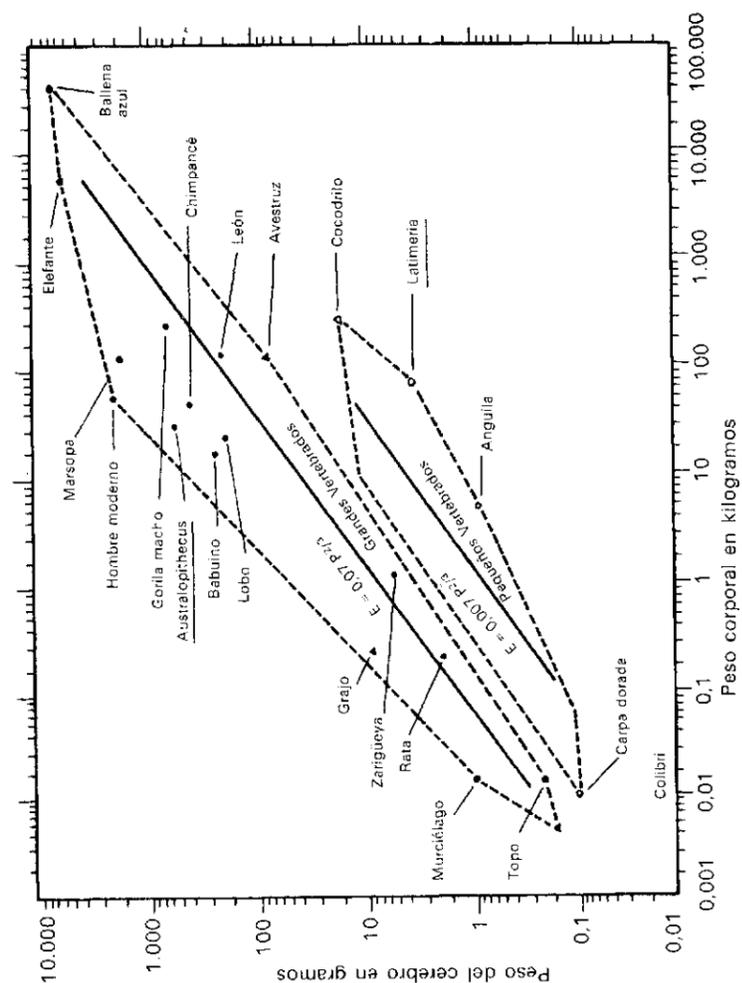


FIGURA 2.6. Razón entre cerebro/cuerpo en especies conocidas de vertebrados. Las dos coordenadas son logarítmicas. (Tomado de Jerison, 1973, p. 44.)

5. PRIMERAS DEFINICIONES

Ya ha llegado el momento de que definamos algunas de las nociones claves que hasta ahora han aparecido en este libro, para poder

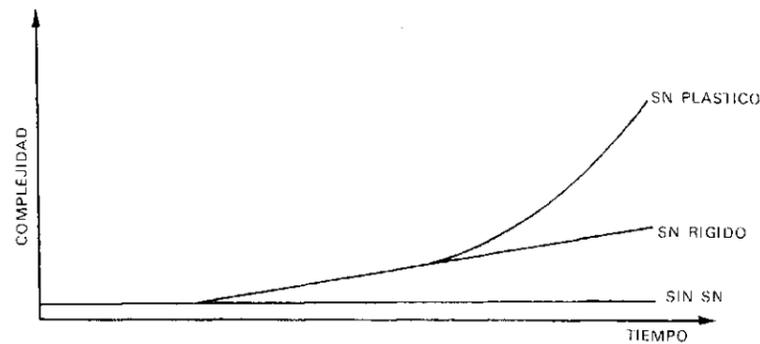


FIGURA 2.7. Evolución del grado de complejidad de la conducta y de la actividad mental. Sólo tomamos en consideración las especies que han tenido éxito. Ejemplos de órdenes con SN (casi) rígido: invertebrados, peces, reptiles; con SN plástico: pájaros y mamíferos.

recorrir en lo sucesivo a ellas. Comenzaremos por caracterizar un sistema nervioso (o subsistema) como un *sistema de información* de un animal. Por cierto que hemos de tener mucho cuidado con el concepto de información, del que tanto se ha abusado. Por ejemplo, el lenguaje de la informática que ha invadido la biología molecular y la biología propiamente dicha es metafórico. En algún momento, fue heurísticamente poderoso, pero ahora resulta ser obstruccionista, porque da la impresión que una vez que se ha enunciado algo ya queda comprendido perfectamente; ejemplos son cuando decimos que cada molécula de ARN «codifica» una o más proteínas o que el desarrollo consiste meramente en la «realización de las instrucciones genéticas». Las cosas son bastante distintas cuando nos enfrentamos a organismos dotados de sistema endocrino y, *a fortiori*, neuroendocrino. En este caso, los *inputs* ambientales e internos no son inespecíficos; en ocasiones, generan señales específicas que transmiten información concreta sobre los fenómenos de que se trate. Sin embargo, en general el mensaje depende tanto del receptor como del mensajero (neuro-transmisor).

Existe un «código» definido — desarrollado naturalmente, por supuesto — por medio del cual estímulos de determinado tipo (por ejemplo, térmicos) se «traducen» (transforman o codifican) en el organismo como impulsos neurales; estas señales, a su vez, activan otros componentes (por ejemplo, músculos o glándulas). Estas son señales propiamente dichas, es decir, no son flujos neurales de energía: transportan información y provocan la liberación de cantidades de energía mucho mayores que las que transportan. Por tanto, el sistema nervioso es una auténtica red de información ya que detecta,

genera y transmite información utilizando «códigos» naturales concretos. Por esto cuando algún estímulo activa un sensor, aquél es traducido siguiendo algún procedimiento concreto que depende del sensor. Cuando el impulso nervioso llega a una sinapsis lo traduce en otro proceso químico distinto que pertenece a un nuevo «código».

Como el sistema nervioso es un sistema de información, es legítimo emplear el lenguaje de la teoría de la información a la hora de formular algunos problemas neurofisiológicos y psicológicos. Pero la teoría de la información no bastará para resolver esos problemas porque son específicos, y la teoría de la información es extremadamente general, hasta el punto que a esta teoría le es indiferente qué mecanismos sean los encargados de generar, detectar y transmitir la información. En efecto, según la teoría de la información, la información podrá ser mecánica, eléctrica, química o de cualquier otra clase. Esta es la razón de que los numerosos intentos que han sido efectuados para comprender lo mental (que han llegado incluso a intentar reforzar el dualismo psiconeural como hace MacKay, 1978) en términos de ingeniería de sistemas de información, están condenados a fracasar; como también lo estaban los intentos efectuados en el cambio de siglo de reducir todo a cambios energéticos. Las teorías de caja negra, como es ésta, no suelen servir más que para proporcionar esquemas que son útiles en los estadios iniciales de la investigación.

A diferencia de la teoría general de la información, la psicobiología trata con sistemas vivos. Nuestra definición es la siguiente:

DEFINICIÓN 2.1. *Un sistema es un sistema nervioso si y sólo si es un biosistema tal que*

- 1) *está compuesto de células (vivas);*
- 2) *es o ha sido parte propia de un animal pluricelular;*
- 3) *su estructura incluye a) la regulación o el control de alguna de las biofunciones del animal, y b) la detección de sucesos internos y ambientales y la transmisión de señales provocadas por esos sucesos.*

Suponemos que esta definición incluye todos los sistemas nerviosos, desde las redes neurales elementales hasta el SNC del hombre. El sistema nervioso de los vertebrados posee todavía una tercera propiedad: interactúa directamente con todos los demás sistemas del animal. Y el sistema nervioso central de los vertebrados superiores (mamíferos y pájaros) hace algo más que procesar información: también la genera. En el capítulo 7 trataremos más sobre este tema.

DEFINICIÓN 2.2. *Un biosistema es un sistema neural (o neural) si es un subsistema de un sistema nervioso.*

Por ejemplo, los sistemas auditivos y del habla son sistemas neurales. Una neurona aislada no lo es.

DEFINICIÓN 2.3. *Un biosistema es una neurona (o célula nerviosa) así es un componente celular de un sistema neural.*

Los circuitos neurales y los ganglios, las asambleas celulares (Hebb, 1949) y las poblaciones de neuronas (Freeman, 1973), las constelaciones trabajadoras (Luria, 1966) y los *pejgos* o sistemas neurales itinerantes (Bindra, 1976) son sistemas neurales. También lo son las columnas neuronales funcionales que se encuentran en el córtex del primate (ver Szentágothai y Arbib, 1974; Goldman y Nauta, 1977; Mountcastle, 1978). Las más pequeñas de estas unidades, o *minicolumnas*, son de especial interés; están formadas por unas ciento diez neuronas (con excepción del córtex visual, donde están formadas por unas doscientas sesenta). La siguiente unidad es la *hipercolumna*, que está constituida por unas doscientas veinticinco minicolumnas. Parece ser que el neocórtex humano contiene aproximadamente medio millón de hipercolumnas y unos ciento cuarenta millones de minicolumnas. Cualquier unidad de cualquiera de estos tipos puede ser a su vez miembro de varios sistemas distribuidos (Mountcastle, 1978). Según Szentágothai, 1978, «hemos de considerar al córtex cerebral como un mosaico de unidades columnares que poseen una estructura interna curiosamente similar y cuya variación de diámetro es sorprendentemente pequeña (200-300 μm). Lo que distingue a estas unidades columnares es que cada unidad tiene un conjunto único de conexiones específicas con otras columnas del córtex, que a veces están en el mismo hemisferio y otras también en el hemisferio opuesto, y también tiene conexiones con un único grupo de localizaciones subcorticales».

Comparado con lo que sabemos acerca de las neuronas individuales, sabemos muy poco de los sistemas neurales. Pero a pesar de ello, se han hecho grandes avances, sobre todo en la neurofisiología de los invertebrados (Kandel, 1976; Fentress, 1976). Uno de los sistemas neurales más simples y mejor conocidos es el ganglio cardíaco de la langosta. Sólo está compuesto de nueve neuronas, y produce descargas periódicas de señales eléctricas que producen una contracción del corazón. Otro sistema bien conocido es el ganglio estomacogástrico del mismo animal, que está compuesto por treinta neuronas que también producen descargas periódicas. (Sin embargo, todavía no ha sido descubierto, en ninguno de los dos casos, el mecanismo que produce las descargas.)

Los sistemas neuronales capaces de percibir (detectar e interpretar) señales, de imaginar y de desear, probablemente estén compuestos de millones o miles de millones de neuronas. Sin embargo, incluso los sistemas neuronales compuestos de unas pocas células pueden poseer propiedades que no poseen sus componentes, es decir, pueden poseer propiedades *emergentes*. Por tanto, los sistemas neuronales son entidades irreducibles ontológicamente por más que

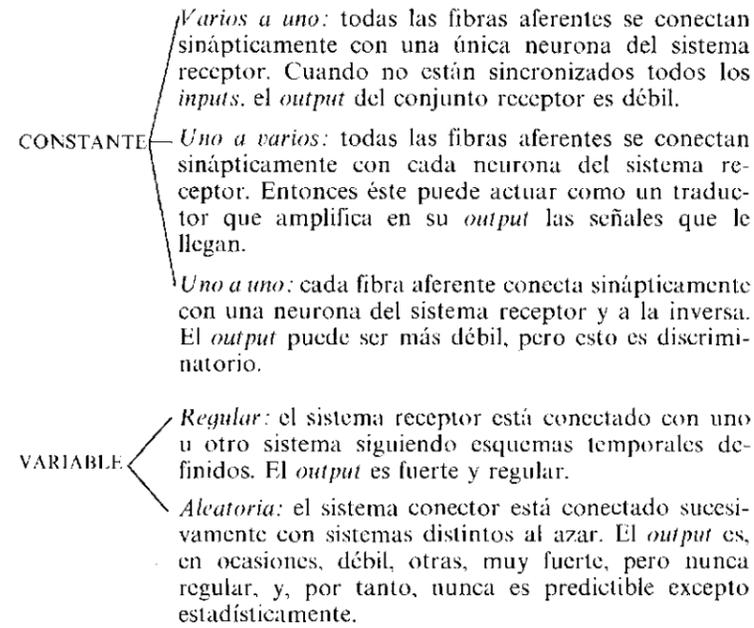
(hasta cierto punto) sean epistémicamente reducibles, es decir, que pueden ser explicados a partir de su composición y estructura celular. También son sistemas fantásticamente ricos: suponiendo que cada cerebro humano tenga 10^{11} neuronas, y cada neurona 10^3 sinapsis, y cada sinapsis sólo dos estados (excitado y sin excitar) el número total de estados cerebrales posibles resulta ser 2 elevado a 10^{14} , número que supera al de átomos existentes en el universo conocido.

Las afirmaciones anteriores contradicen el argumento dualista, según el cual, dado que todas las neuronas corticales parecen iguales (por lo menos al ojo desentrenado), no podemos atribuirles la diversidad de funciones que los monistas les atribuyen (Puccetti y Dykes, 1978). En realidad, no existen dos neuronas que sean estrictamente idénticas. (Bullock, 1978, piensa que en el SNC del hombre existen por lo menos 10^8 tipos distintos de neuronas.) Pero, aún en el caso de que todas las neuronas fueran idénticas, sabemos que forman sistemas (y, en particular, columnas) y, como sabe cualquier crío que tenga experiencia con un mecano, la diversidad de sistemas que se pueden formar con unos pocos elementos no tiene fin. (A fin de cuentas, la enorme variedad del universo surge a partir de las combinaciones de un puñado de campos y de menos de cien especies atómicas.) Por otra parte, los mensajes de los receptores periféricos se procesan antes de que lleguen al córtex: por ejemplo, hay una docena de relés entre la retina y el córtex visual, y probablemente haya otros tantos entre el tímpano y el córtex auditivo. Esta es la razón de que los sistemas neurales corticales conectados con los sensores periféricos reciban mensajes muy diferentes por más que (quizás) todos ellos se encuentren localizados en la zona cortical.

Recalcamos la importancia que en los vertebrados poseen los sistemas neurales compuestos de miles, millones o miles de millones de neuronas. No debemos engañarnos centrandó nuestra atención exclusivamente en las neuronas individuales, y en su esquema de comportamiento «sí o no», porque fomenta el que nos ocupemos de procesos discontinuos y, por tanto, invita a buscar analogías en los computadores digitales. Los procesos mentales probablemente utilizan millones de neuronas y, por tanto, se trata de procesos continuos o casi continuos. (La adición espacial y temporal de millones de acciones ligeramente desfasadas provoca que el proceso sea casi continuo.) Esto tiene importancia al elaborar modelos neurales, porque nos permite utilizar ecuaciones diferenciales (MacGregor y Lewis, 1977) y calcular sumas aproximadas utilizando integrales (Rashevsky, 1972). Y se deshace de la denominada «objección granular» que se pone a la hipótesis de la identidad psiconeural, esto es, que mientras los sucesos cerebrales son discretos tanto espacial como temporalmente, podemos tener experiencias de extensiones

rojas continuas y de la nota musical RE. (Recordar el punto 7 del Cap. 1, Sec. 3.)

En cualquier animal que posee varios sistemas neurales, éstos se distinguen tanto por su organización interna como por el modo de conexión. Distinguiremos los siguientes tipos básicos de conectividad (o modos de estar conectados) (Fig. 2.8):



Supondremos que las conexiones constantes y las variables de tipo regular están programadas genéticamente o son aprendidas, por lo cual servirán para funciones rutinarias (o rutinarias). Las conexiones aleatorias, en cambio, se supone que tienen funciones creativas, es decir, son responsables del descubrimiento de la invención, y también del error. Para poder formular estos supuestos comenzaremos por formalizar la idea intuitiva de que la conectividad de un sistema neural es el conjunto de enlaces existentes entre sus subsistemas o componentes.

Una manera sencilla de describir la conectividad de un sistema neural en un instante determinado es la siguiente. Llamemos $C_t(m, n)$ a la intensidad de la conexión sináptica de la neurona m a la neurona n en un sistema en el instante t . En general $C_t(m, n) \neq C_t(n, m)$. La conexión m - n es *excitadora* en el instante t si y sólo si $C_t(m, n)$ es po-

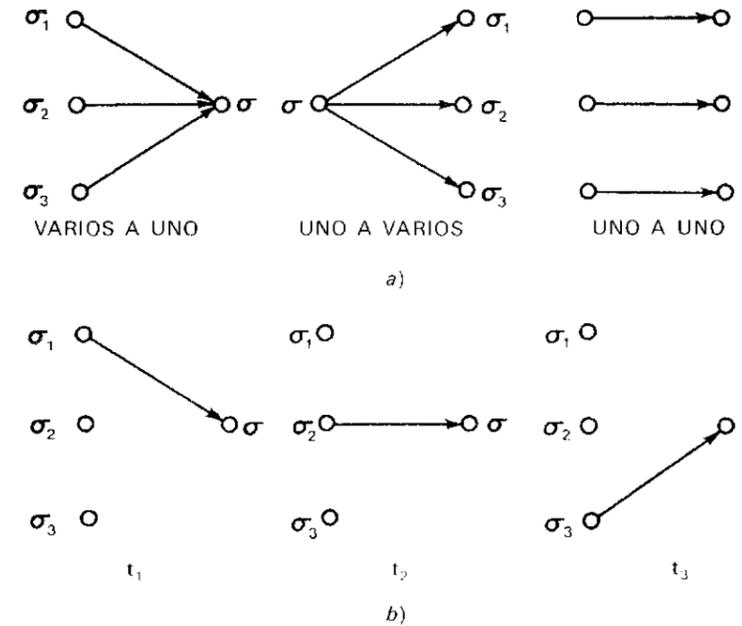


FIGURA 2.8. Tipos de conexión entre sistemas neurales: a) constante. b) variable en el tiempo.

sitivo, y es *inhibitoria* si $C_t(m, n)$ es negativo. La excitación o inhibición provocada por la célula m en la receptora n es igual al *output* de m por $C_t(m, n)$. Y el *input* total que recibe n se obtiene sumando todos los *inputs* parciales, es decir, sumando sobre m . La matriz $\| C_t(m, n) \|$ expresa la conectividad total del sistema en el instante t . La conectividad de un sistema neural que tenga un millón de neuronas estará representada por una matriz de $1.000.000 \times 1.000.000$ (¡sin incluir los cientos de sinapsis de cada célula en una asociación simple!).

Como utilizaremos con frecuencia el concepto de conectividad, lo definiremos explícitamente a pesar de que normalmente se utiliza de modo intuitivo.

DEFINICIÓN 2.4. Sea σ un sistema neural y $\mathcal{C}_t(\sigma)$ la composición neuronal de σ en el instante t . Sea

$$C_t : \mathcal{C}_t(\sigma) \times \mathcal{C}_t(\sigma) \rightarrow [-1, 1]$$

la función real tal que $C_t(m, n)$ con $m, n \in \mathcal{N}_A(\sigma)$ es la intensidad de la conexión de la neurona m a la n en el instante t . Entonces la conectividad de σ en t está representada por la matriz formada por los valores de todas las conexiones en el instante t : es decir

$$C_t = C_t(m, n) .$$

(El dominio de la función C_t es el producto cartesiano de $\mathcal{N}_A(\sigma)$ por sí mismo, esto es, el conjunto de todos los pares ordenados $\langle m, n \rangle$ de neuronas de σ .)

DEFINICIÓN 2.5. Conectividad constante será la que no varía una vez que ha sido establecida (es decir, C_t es independiente del tiempo). Conectividad variable es la que no es constante.

Por último, tenemos la

DEFINICIÓN 2.6. Decimos que un sistema neuronal está comprometido (o es innato, o preprogramado) si su conectividad está determinada genéticamente y es constante desde el nacimiento o desde algún estadio concreto del desarrollo del animal. Si no ocurre así decimos que el sistema neuronal no está comprometido (o que es modificable, o plástico, o autoorganizable).

Hemos de darnos cuenta de que lo que acabamos de definir es la plasticidad neural, no la conductual — es decir, hemos caracterizado los cambios de las conexiones neuronales, no la modificación de la conducta. Aquélla implica ésta, pero no a la inversa. De hecho hasta los autómatas modifican su conducta cuando los estimulamos con *inputs* nuevos (siempre y cuando, por supuesto, estén contruidos de tal modo que acepten estos *inputs* nuevos). Por esto podemos suponer tranquilamente que la plasticidad de la conducta es universal dentro del reino animal (Davis, 1976), pero, sin embargo, hemos de reservar la plasticidad neuronal sólo para algunas especies.

Por último, proponemos la

DEFINICIÓN 2.7. Llamamos psicón a cada sistema neural plástico.

Con esto terminamos nuestras definiciones iniciales. Ya estamos listos para formular nuestros supuestos iniciales.

6. SUPUESTOS BASICOS SOBRE LA PLASTICIDAD

Nuestra primera hipótesis es bastante obvia:

POSTULADO 2.1. Todos los animales que tienen sistema nervioso poseen sistemas neuronales que están comprometidos, y algunos animales también tienen sistemas neuronales que son plásticos (o no comprometidos, o autoorganizables).

Parece que las lombrices, los insectos y otros invertebrados sólo poseen sistemas neuronales completamente (o casi completamente) preprogramados: poseen muy pocos o ningún psicón y, por tanto, tampoco poseen vida mental. En cambio, la parte no comprometida del SNC del hombre es la mayor que tiene aniaml alguno: es una especie de gran ejército de reserva que está dispuesto a enfrentarse a cualquier emergencia, muchas de las cuales ni siquiera se llegan a presentar a lo largo de la vida de la persona. En términos conductistas diríamos que mientras el repertorio de conducta de los animales inferiores está predeterminado (preprogramado) el del hombre (y el de algunos otros vertebrados) puede evolucionar durante la vida. Pero los problemas de la conducta mejor esperan hasta el capítulo 5. A continuación formulamos el

POSTULADO 2.2. Los sistemas neuronales que regulan el medio interno y las biofunciones del animal recién nacido están preprogramados (comprometidos).

Por ejemplo, la temperatura y acidez del fluido intercelular están reguladas por sistemas neuronales preprogramados y también lo están la respiración y el movimiento lactante del mamífero recién nacido. Pero estos no son los únicos reguladores: también el sistema endocrino juega un papel importante en el control interno. Atención: un sistema neural comprometido o rígido no es invariable; en particular puede madurar durante el crecimiento y deteriorarse en la vejez. Pero lo importante es que esos cambios son extremadamente lentos comparados con los procesos que resultan de la mentación.

POSTULADO 2.3. Los sistemas neuronales plásticos (no comprometidos) de un animal se encuentran conectados unos a otros formando otro sistema. A este supersistema lo denominaremos supersistema neural plástico del animal, P para mayor brevedad.

POSTULADO 2.4. Todos los animales dotados con sistemas neurales plásticos (psicónes) son capaces de adquirir biofunciones nuevas durante su vida.

Por último, adoptamos la

DEFINICIÓN 2.8. Cualquier función neural que involucre un sistema neural plástico (es decir, un psicón) que haya adquirido una conectividad regular (es decir, que es constante o varía con regularidad) decimos que es aprendida.

Dicho de otro modo, suponemos que el aprendizaje consiste en la formación de sistemas neurales nuevos, es decir, en el establecimiento de conexiones permanentes entre las neuronas o en la facilidad para establecer interconexiones neuronales efímeras pero repetibles. Algunas de estas conexiones se establecerán en sus comienzos azarosamente; si poseen algún valor biológico es cuando es posible

que se establezcan definitivamente (de una vez por todas o gradualmente) y que se repitan. Puede ser que comprometan a diversos sistemas neurales. Por esto se supone que el aprendizaje se localiza en el hombre en el hipotálamo, en la formación reticular, en el sistema motor extrapiramidal, en el córtex sensorial y en el córtex frontal (cf. Pribram, 1971a, b).

Resumiendo, lo que aprende es el cerebro, y ni siquiera todo él. Los descubrimientos relativamente recientes de que es posible controlar (en particular aminorar) los propios latidos del corazón, las contracciones intestinales y otras funciones que son reguladas por el sistema nervioso autónomo no invalida nuestro supuesto. De hecho, esos aprendizajes incluyen la voluntad de efectuarlo que, por tanto, también compromete en ellos a sistemas plásticos corticales (psicones) que se encuentran presumiblemente localizados en el cerebro anterior. Sostenemos que es este último, y no el sistema autónomo, el que aprende a controlar las funciones que antaño eran consideradas insensibles a lo que sucede en los sistemas neurales plásticos.

Las ideas anteriores provienen de Tanzi (1893), Ramón y Cajal (1895) y Sherrington (1897); los tres conjeturaron que las conexiones que existen en el SNC quedan reforzadas por el uso, que se pueden establecer conexiones nuevas y que algunas quedarán debilitadas por el desuso. Esta es la hipótesis que se llama del uso-desuso, refinada y defendida ante los psicólogos por Hebb (1949). Esta hipótesis consigue explicar tanto el aprendizaje como la creatividad, pero no fue sometida a contrastaciones adecuadas durante bastantes años. Por un lado sólo se buscaron sinapsis modificables en la médula espinal y por otro sólo se emplearon técnicas electrofisiológicas. Investigaciones recientes sobre la formación de sinapsis de las neuronas localizadas en el sistema nervioso, y procedimientos más minuciosos (sobre todo microscopia electrónica y microquímica) han conseguido reforzar la confianza en la hipótesis (Giacobini, 1971; Moore, 1976; Rutledge, 1976; Greenough y otros, 1978; Spinelli y Jensen, 1978; Cotman, 1978; Baranyi y Feher, 1981). Estas investigaciones han demostrado que los cambios de la conectividad son concomitantes con cambios en el tamaño de la sinapsis, en el número y volumen de las vesículas sinápticas y en la perforación de la placa sináptica. Además, se ha conseguido elaborar unos cuantos modelos precisos de la formación de la sinapsis (por ejemplo, los de Malsburg, 1973, y Cowan, 1976).

Nuestra definición del aprendizaje es una definición neurofisiológica, no conductual. En primer lugar, porque todavía no hemos dilucidado la noción de conducta. (Los controladores vienen antes que el sistema controlado.) En segundo lugar, porque necesitamos una noción de aprendizaje que sea lo suficientemente amplia como para que incluya actividades —por ejemplo, evaluar y razonar— que pueden no tener ninguna manifestación visible; y en tercer y más

importante lugar, porque la aparición de una pauta de conducta nueva como respuesta a estímulos de un tipo nuevo puede ser o no ser el resultado de un aprendizaje: puede ser simplemente el resultado de la activación de sistemas neurales no plásticos que antes no habían sido utilizados.

Concluimos esta subsección con una observación sobre la noción de biosistema de información, lo cual nos preparará para la discusión posterior sobre la analogía existente entre cerebro y computadora. En todo lo anterior se ha supuesto tácitamente que no todos los organismos son sistemas de información, es decir, sistemas capaces de recibir, procesar y transmitir señales de ciertos tipos. Los organismos unicelulares, casi todas las plantas y los animales privados de un sistema nervioso propiamente dicho no son sistemas de información. Por tanto, los podemos estudiar, más aún, los debemos estudiar, sin la ayuda del concepto de información. La posesión de un sistema endocrino o neuroendocrino cambia todo esto porque éstos sí son ya biosistemas de información.

Por tanto, poseer sensores no es suficiente para constituir un sistema de información; cualquier sistema físico se puede decir que detecta o «siente» señales de algún tipo y que reacciona a ellas. Los sensores de los sistemas de información se encuentran conectados con otros subsistemas, por ejemplo, con transductores o codificadores, capaces de procesar y transmitir las señales de entrada de modo que estas señales puedan alcanzar otras partes del organismo que, a su vez, se comportarán sobre la base de esta información. (Baste pensar en la cadena de procesos que constituyen uno de los tipos de conducta más sencillos, la retirada refleja: Estimulo-Percepción (reconocimiento de la naturaleza nociva del *input*)-Activación muscular-Retirada real.)

Resumiendo, el sistema nervioso central (SNC) es un procesador de información genuino; pero además es un procesador vivo y, por tanto, es cualitativamente distinto de los procesadores de información artificiales. Además, como destacaremos en el capítulo 7, sección 2.3, el SNC de los vertebrados superiores no es sólo un procesador de información; también es un generador de información. Todas estas razones hacen que aunque la neurociencia pueda beneficiarse de la teoría de la información no se puede restringir a ella. Pues, caso de hacerlo, no seremos capaces de encontrar la respuesta a ninguna cuestión específica (neurofisiológica). Además, librarse de la camisa de fuerza que es la teoría de la información sugerirá multitud de nuevas cuestiones. Por ejemplo, cuando uno pregunta, «¿cuál es la capacidad de almacenamiento del cerebro humano?», se suele olvidar de preguntar si en realidad el cerebro almacena algo. Sin embargo, las limitaciones de la analogía entre cerebro y máquina se merecen otra sección.

7. ¿ES EL SNC UNA MAQUINA?

Es obvia la semejanza que existe entre el funcionamiento o conducta del SNC y una máquina compleja, como puede ser un automóvil —sobre todo, en el caso de que se presente una avería o haya un accidente. Si el filtro de gasolina se atasca, la máquina para; del mismo modo, si el flujo de sangre que llega a un cerebro se detiene, por ejemplo, por un fallo cardíaco, el cerebro deja de percibir, imaginar y razonar. Si falla el mecanismo de dirección el coche vagará sin rumbo fijo; igualmente, si resulta destruido el lóbulo frontal de un hombre, pierde la capacidad de prever, quedando a merced de las circunstancias. Y si no funciona el cuadro de mandos de un coche, éste no puede mostrar cuáles son sus propios estados; igualmente, si resulta bloqueado o destruido el hipotálamo o la formación reticular del hombre, éste deja de ser consciente. Los filósofos dualistas son los únicos que no se muestran sorprendidos por tanta analogía —siempre y cuando no tenga que llevar a un paciente mental al taller de reparaciones.

Más sorprendente todavía es la analogía existente entre el cerebro y un sistema de información complejo, como puede ser un computador digital:

| Cerebro | Computador |
|----------------------|-------------------------------|
| Sistema neuronal. | Subsistema. |
| Conducción nerviosa. | Flujo de información. |
| Sensor. | Terminal. |
| Input sensorial. | Input de software. |
| Huella de memoria. | Memoria (almacenamiento). |
| Función mental. | Procesamiento de información. |

Tan impresionante es la analogía existente entre un cerebro y un computador que ha inspirado a ingenieros el diseño y la construcción de «cerebros electrónicos» capaces de fingir algunas funciones cerebrales. También ha engañado a algunos neurocientíficos haciéndoles creer que la mejor manera de comprender el cerebro es tratándolo como si fuera una máquina y, en particular, como si fuera un computador digital. Hay muchas razones que nos indican lo errónea que es esta concepción: *a)* ignora las propiedades bioquímicas y biológicas específicas de las neuronas y de los sistemas neuronales; *b)* ignora la actividad espontánea de las neuronas y de los psicones, actividad que es tan obvia en fenómenos como los sueños, las alucinaciones o la creación; *c)* ignora la plasticidad de las interconexiones neuronales; *d)* reduce todas las funciones mentales (sentimiento, imaginación, deseo, pensamiento, atención, etc.) a

una única función: la computación (procesamiento de información); *e)* ignora la creatividad del cerebro humano y *f)* ignora el desarrollo y la evolución.

En los años cincuenta sí que podría ser plausible la hipótesis de que el cerebro es (o, por lo menos, se comporta como) un computador digital (ver, sin embargo, Bunge, 1956). Pero ahora ya ha sido refutado experimentalmente, al descubrir que las neuronas no son elementos todo o nada. En realidad, las neuronas hacen mucho más que permanecer inertes o entrar en acción; en particular, lo que ocurre entre la sinapsis y el cuerpo celular es por lo menos tan importante como el impulso electroquímico que atraviesa el axón. Entre las funciones de control y las funciones mentales, el cerebro consume casi la quinta parte de todo el oxígeno que entra en el cuerpo y esto conlleva importantes transportes de energía y procesos metabólicos, como por ejemplo las modificaciones de las proteínas, los ácidos nucleicos y los fosfolípidos. (La excitación incrementa algunas de estas funciones, mientras que la estimulación excesiva puede provocar el agotamiento —por ejemplo, de los neurotransmisores.)

Las anteriores razones hacen que el cerebro no sea sólo un procesador de información, aunque es innegable que es un biosistema de información. También es falsa la afirmación, mucho más modesta, de que el cerebro trabaja como una máquina de Turing, por lo menos desde el punto de vista estructural. En primer lugar, porque las máquinas de Turing tienen un espacio de estados numerable mientras que hasta los átomos y las moléculas se pueden encontrar en cualquiera de los estados de un conjunto no enumerable. En segundo lugar, porque mientras las máquinas de Turing saltan de un estado a otro sólo cuando reciben algún *input* externo, el cerebro mantiene una actividad autónoma permanente. En tercer lugar, porque el cerebro de los primates no tiene un espacio de estados fijo sino que continuamente está generando y aniquilando estados. Y en lugar de tener una función que establezca constantemente el próximo estado, éste se alcanza por algún procedimiento variable, como sugiere el aprendizaje. Por esto, cuando cierto estímulo alcanza al animal puede ser asociado con un nuevo estado, o puede que no lo emparejemos con ningún estado que sea accesible. Por tanto, del estímulo se puede seguir una respuesta nueva o ninguna en absoluto. Todo esto hace que intentar elaborar modelos neurales utilizando las máquinas de Turing o los computadores digitales sea sumamente pobre, poco realista y, por tanto, erróneo.

Una mera comparación entre la conducta del hombre y la de la máquina no es iluminadora, porque todo lo que aparece son algunas analogías y diferencias meramente superficiales. Además, el conocido criterio de Turing para averiguar si existe o no existe alguna diferencia entre un robot y un hombre (Turing, 1950), consistente en

centrarnos en la respuesta neta o conducta de los sistemas que estamos comparando, resulta no ser en absoluto un criterio. Al limitarse a las respuestas se está *asegurando* de que no se podrá detectar ninguna diferencia. (Igual que Putnam, 1960, que gracias a que *estipula* que el SNC es una máquina de Turing consigue concluir que no existe ningún problema mente-cerebro.) Por supuesto, no existe ninguna diferencia entre el hombre y el robot si suponemos que todas las diferencias posibles han de ser diferencias de conducta. Pero este supuesto es arbitrario y, por tanto, el psicólogo fisiológico y el neurofisiólogo interesados en averiguar los controles neurales de la conducta no tienen por qué adoptarlo. Puede que no sean capaces de distinguir un robot de un ser humano cuando nos limitamos a observar la conducta, pero sí lo serán en cuanto comiencen a diseccionar a uno u otro. Además, hasta los defensores más entusiastas de la tesis de que el hombre es una máquina llaman al médico, y no al técnico de computadoras, cuando se sienten mal.

Peor todavía, el enfoque maquinista del problema mente-cerebro, al ser estrictamente estructural y no biológico, ignora las funciones biológicas únicas del SNC y, con ello, fomenta el dualismo psicofísico, del mismo modo que la concepción según la cual el organismo es una máquina invita al vitalismo. De hecho, ha sido el maquinismo el que ha sugerido por lo menos tres argumentos dualistas:

1) «Como el cerebro es una máquina, y de cualquier máquina podemos decir que es la *encarnación* de un diseño, podemos considerar al cerebro como la corporeización de todas las ideas posibles, es decir, de la mente humana.» (Hasta McCulloch, que intentaba demostrar que lo mental es una función del cerebro, cayó en la trampa al tratar al cerebro como una computadora digital y al escribir *Embodiments of Mind* [*Corporeizaciones de la mente*], en 1965.) Pero la noción de corporeización es ambigua y difícilmente adquiere sentido excepto en el contexto de la metafísica platónica, donde las ideas tienen existencia independientemente de la ideación, y pueden entrar en las cosas. (Sin embargo, Margolis, 1978, llama «materialismo no reductivo» a su concepción sobre la corporeización de las personas.)

2) «Como el cerebro es una máquina no posee conciencia. Por tanto, la conciencia debe ser una entidad independiente — el famoso fantasma en las máquinas ridiculizado por Ryle (1949)» (Eccles, que llama al cerebro una «máquina neuronal» y considera que la mente es inmaterial, es un caso extremo.) Casi exactamente igual ocurre con los demás estados y sucesos mentales: ni siquiera los trabajadores más entusiastas en inteligencia artificial (IA) sostienen ya que alguna vez conseguirán construir una máquina capaz de ver el rojo, de disfrutar un paisaje pintoresco o de sentirse apenado por una máquina amiga. Por tanto, deben sostener que esos hechos no ocurren real-

mente, o que fuera del reino de la IA no ocurren —o que deben explicarse utilizando procedimientos que no son científicos.

3) «Igual que el *hardware* del computador no puede funcionar a menos que se le alimente con algo de *software*, para que el cerebro tenga actividad mental se le debe proporcionar una mente. Dicho de otro modo: la mente no es más que el *software* de la maquinaria cerebral y, por tanto, es algo distinto de ésta.» (Para la variedad computerista del dualismo psiconeural, ver Mackay, 1980.) Por supuesto, esto es erróneo: los cerebros forman sus propias funciones gracias a la maduración y el aprendizaje, y sólo pierden su mente en el sueño profundo, el coma o la muerte. Por tanto, en un ser vivo «el *software* y el *hardware* no son distintos como lo son en una computadora» (Young, 1971, p. 130.)

Pero la analogía cerebro-computadora también puede tener algo bueno, no sólo para la ciencia de los computadores, sino también para la neurociencia. En particular, el enfoque maquinista puede proporcionar algunos principios organizativos y estructurales. (Sin embargo, tras tres décadas de tratar al cerebro como una red de información gigantesca poco hemos aprendido. La excepción parece que son dos subsistemas de plásticos del SNC humano, el cerebelo y la formación reticular.) Además, en principio debería ser posible sintetizar neuronas en miniatura y asociarlas de modo que constituyan sistemas nerviosos en miniatura. (Lo de «miniatura» viene sugerido por lo siguiente: las neuronas naturales ejecutan una serie de funciones peculiares de las que no hace falta que se encarguen neuronas sintéticas situadas en un medio nutriente.) Pero esos componentes deberían ser biosistemas, con lo que a nadie sorprendería que pudieran funcionar como prótesis en un cerebro vivo para sustituir sistemas neuronales destruidos o inactivados.

Concluiremos dando una relación de las principales objeciones que hemos puesto a la concepción según la cual todos los animales, y en particular los hombres, son máquinas:

- 1) Las funciones que efectúan las máquinas no son funciones biológicas aunque, eso sí, podemos diseñar máquinas que imiten alguna función biológica.
- 2) Mientras todas las neuronas se activan espontáneamente, ningún componente de ninguna máquina tiene actividad espontánea —excepto si está estropeado; en concreto la memoria humana es activa (distorsionadora), mientras que las de la computadora son pasivas (fieles).
- 3) Las máquinas no están sometidas a mutación espontánea y a selección natural; no evolucionan espontáneamente, sino que evolucionan como resultado de la evolución humana (cultural).

- 4) Todas las máquinas han sido diseñadas por algún hombre, mientras que todavía no hay ningún hombre que haya sido diseñado por nada ni nadie, en particular por una máquina.
- 5) Todas las acciones de los animales tienen algún propósito y están orientadas a algún objetivo; sin embargo, cuando las acciones de las máquinas son de este tipo (es decir, buscan un objetivo) lo hacen por poder, es decir, se comportan como lo han decidido sus diseñadores o sus usuarios.
- 6) Como las máquinas no son seres vivos no pueden poseer propiedades psíquicas; como mucho pueden imitar los resultados de algunas de ellas (del mismo modo que los coches imitan el andar).
- 7) La dicotomía *hardware-software* no tiene sentido cuando la aplicamos a los cerebros; otra manera de decir lo mismo es que los cerebros se autoprograman en gran medida.
- 8) Los computadores son industriales, eficientes y hasta podríamos decir que listos, pero es muy difícil que podamos decir que son imaginativos, creativos u originales; pueden resolver problemas de ciertos tipos, aplicar teorías y valorar sistemas, pero lo que no pueden hacer es inventar ninguno de éstos.
- 9) Mientras los computadores y los robots son propiedad de alguien (de un individuo, organismo o Estado), la gente no es propiedad de nadie (excepto, por supuesto, que sean esclavos); resulta difícil imaginar que nadie diseñara y fabricara un robot que suspirara por la libertad, sintiera compasión de sí mismo e indignación moral, etc.
- 10) Los modelos computacionales del cerebro son modelos de caja negra que olvidan la especificidad biológica de los componentes cerebrales, su desarrollo y su historia evolutiva: por tanto, no nos dicen qué es lo que los hace especiales.

Todas estas razones hacen que si deseamos comprender la mente mejor comencemos por estudiar a los animales que a las máquinas. (En Bunge, 1956, se encuentran más objeciones. Lo mismo ocurre en Clarke, 1967; Dreyfus, 1972; Neisser, 1980; Watanabe, 1975; Weizenbaum, 1976.)

Cerraremos este capítulo haciendo una breve mención al problema filosófico de las otras mentes. ¿Cómo sabemos si otras gentes son capaces de mentar? ¿Investigando la analogía con nuestra propia experiencia subjetiva o estudiando la conducta que manifiestan?

Estas analogías pueden sugerir la hipótesis, pero no la establecen. Lo que nos permite atribuir mentes a los demás humanos es la estrecha semejanza existente entre todos los cerebros humanos y el hecho de que nosotros conjeturemos algunas relaciones legales entre los procesos mentales y sus manifestaciones en la conducta. Esta inferencia es similar a la que utilizamos cuando atribuimos corazón y pulmón a los mamíferos y a los pájaros que vemos por primera vez en un zoo (absteniéndonos, por tanto, de disecarlos). La misma razón hace que quizás no estemos justificados al atribuir mentes a los computadores, puesto que si sus componentes son radicalmente distintos de las células vivas, es de suponer que sus funciones serán también distintas.

CAPÍTULO 3
FUNCIONES

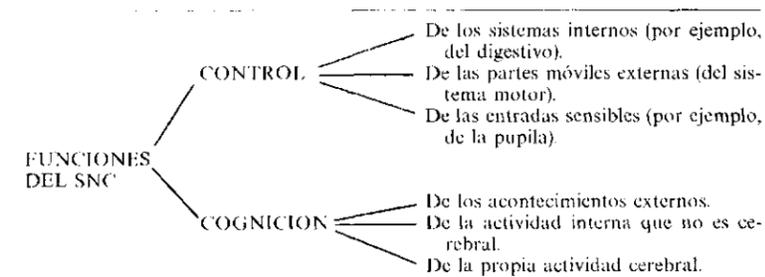
I. FUNCIONES DEL CEREBRO

Las *funciones* de un biosistema (por ejemplo, de un órgano) son los procesos que ocurren en el sistema —es decir, lo que el sistema hace. *Funciones específicas* del sistema son aquellas funciones del sistema que ningún otro es capaz de efectuar. (En Bunge, 1979a, Cap. 3, se puede encontrar una formalización de estas nociones.) Del mismo modo que no existe ningún sistema que no tenga funciones (actividades), tampoco existe ninguna función sin algún sistema en actividad. Cuando un neurocientífico afirma que la función *X* está «mediada» o es «servida» por la «estructura» (sistema neuronal) *Y*, lo que quiere decir es que *Y* hace *X* y, más precisamente, que *X* se encuentra entre las actividades específicas o peculiares de *Y*. La distinción entre estructura y función (o la equivalente entre sistema y proceso) es tan artificial como la separación existente entre anatomía y fisiología. En todos los casos anteriores es incomprensible un término de la pareja sin el otro.

El SNC del mamífero es un sistema compuesto de varios miles de millones de neuronas, por lo que se ocupa de actividades sumamente variadas, que van desde sintetizar proteínas hasta controlar las funciones de los demás órganos y efectuar funciones superiores, como puede ser la elaboración de un mapa de las proximidades. No nos ocuparemos de las funciones no específicas o «domésticas» del SNC, por ejemplo, de la síntesis de proteínas, sólo señalaremos que son más intensas en el cerebro que en las demás partes del cuerpo, según muestran las medidas de la entrada de oxígeno y de la salida de proteínas. De las que sí nos ocuparemos es de las funciones específicas del SNC, que podemos agrupar en dos amplias clases: de *control* y de *cognición*. (No hace falta decir que distinguir entre dos clases no implica separarlas radicalmente. Por ejemplo, para la percepción es necesario el control motor; por tanto, éste es necesario para conocer el entorno, conocimiento que, a su vez, es necesario para que el comportamiento sea acertado.) El esquema de la tabla 3.1 puede ayudar a comprender esto.

Existen controles subcelulares (por ejemplo, las enzimas) y con-

TABLA 3.1
Clasificación de las funciones del SNC



troles celulares (por ejemplo, la excitación neuronal). Por consiguiente, el control no es exclusivo del SNC. Lo que es peculiar de las funciones de control del SNC es que son fundamentales e integradoras: El SNC «dice la última palabra», pone en relación todos los mecanismos de control y a través de ellos, al cuerpo completo. De este modo consigue, en el organismo saludable, estados próximos a la sinergia o funcionamiento armónico de los diversos subsistemas.

De la cadena de acontecimientos sometidos a biocontrol se dice (erróneamente) que es «jerárquica» porque los acontecimientos se agrupan en conjuntos diferentes ordenados por la relación de control, no se los considera como si todos los acontecimientos se encontraran al mismo nivel. Una cadena de biocontrol típica tiene este aspecto:

- 1) desequilibrio de algún tipo (por ejemplo, déficit de agua);
- 2) detección del desequilibrio (efectuado, por ejemplo, por el hipotálamo);
- 3) comienza a funcionar el mecanismo regulador (por ejemplo, acción de beber); si esto no resuelve el desequilibrio;
- 4) detección del desequilibrio residual;
- 5) puesta en funcionamiento de procesos reguladores superiores (por ejemplo, búsqueda del agua), etc.

Poco diremos acerca de las actividades de control del SNC, y no porque carezcan de interés, sino porque poseen poco interés filosófico. Pocos dualistas negarán esto desde que Descartes disipó los espíritus animales y declaró que el cuerpo es una máquina. (Algo diremos, sin embargo, en el Cap. 5, Sec. 1.) En las que sí nos centraremos es en las actividades cognitivas del SNC, que agruparemos del modo siguiente:

- 1) *Conocimiento del mundo externo*, es decir, del medio inmediato del animal. Este conocimiento lo podemos obtener de un modo directo (utilizando la percepción), o indirecto (intelectualmente). En el Cap. 4 trataremos el primero y en el Cap. 7 el segundo.
- 2) *Autoconocimiento*
 - 2.1. *Sentimiento y emoción*, es decir, la información que recibe el cerebro del resto del cuerpo (y que elabora e integra). Por esto podemos considerar el miedo, una actividad de la amígdala, como detección del pulso acelerado, sudor, contracción del diafragma, etc. El miedo, al igual que la ira, el odio, el amor y la bondad, es difuso. Otros modos de autoconocimiento corporal, se encuentran localizados (por ejemplo, punzadas de dolor y caricias agradables). Pero los sentimientos y las emociones son funciones cerebrales, se encuentren como se encuentren, difusos o localizados. (No estamos defendiendo a los racionalistas radicales, que subsumen el sentimiento y la emoción bajo la cognición. Sentir miedo o deseo, tristeza o alegría, son modos de conocer la propia disposición o reacción frente a ciertos acontecimientos que se producen en el cuerpo o en el medio.)
 - 2.2. *Autoconciencia*, es decir, el conocimiento que el cerebro tiene de sus propios estados. La podemos considerar una función de algunos «circuitos cerrados» del cerebro, es decir, procesos que no tienen un *output* inmediato. En el Cap. 8 nos ocuparemos de esta función.

A continuación pasaremos a explicar un modo de representar las funciones del SNC que enlaza con el enfoque del espacio de estados y con las definiciones y principios formuladas en el Cap. 2.

2. REPRESENTACION DE LA ACTIVIDAD DEL SNC

Consideremos un sistema neuronal arbitrario, sea una pequeña columna neuronal (fija o itinerante), un subsistema bastante grande del SNC (por ejemplo, el hipocampo), o el cerebro completo. Podemos representarlo, como a cualquier otro sistema, por una función de estado $\mathbb{F} = \langle F_1, F_2, \dots, F_n \rangle$ que, por sencillez, podemos hacer que tenga un número n de finito componentes. (Ver, por ejemplo, Bunge, 1977a y 1977b.) Si no estamos interesados en la localización precisa

del sistema y de sus componentes, sino en sus propiedades espaciales globales, podemos suponer que \mathbb{F} es una función dependiente del tiempo cuyos valores son n -tuplas de números reales. Es decir, podemos poner $F: T \rightarrow \mathbb{R}^n$, estando T incluido en el conjunto \mathbb{R} de los números reales. (Consideramos al anfitrión del sistema neuronal, es decir, al cráneo, como su marco de referencia.)

Podemos descomponer cada componente F_i de la función de estado en una parte constante F_i^c y una parte variable F_i^v (Fig. 3.1).

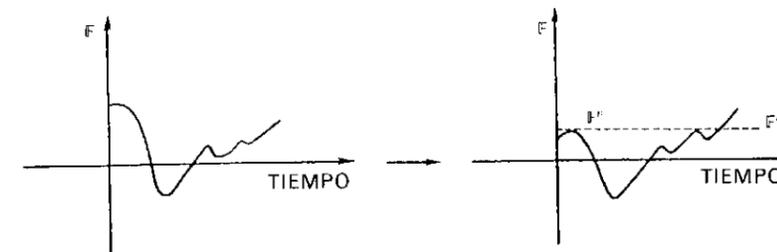


FIGURA 3.1. Descomposición de una función de estado en una parte constante F^c y una parte variable F^v . Esta última representa las funciones (es decir, la actividad) del sistema. (La descomposición es un caso particular de una transformación de coordenadas lineales.)

Es obvio que ambas pueden ser cero durante el tiempo que nos interesen. Pero lo importante es que mientras la tasa de cambio de F_i^v se anula en todos los momentos (es decir, $\dot{F}_i^v = 0$), la de F_i^c no lo hace. Por esto podemos considerar que esta última representa la actividad del sistema neuronal en el aspecto i -ésimo. Esto nos hace adoptar la

DEFINICIÓN 3.1. Sea $F: T \rightarrow \mathbb{R}^n$ una función de estado que representa un sistema neuronal v , y sea $\mathbb{F} = F^c + F^v$, con $\dot{F}^c = 0$ (es decir, con tasa de cambio nula) para todo $t \in T$. Entonces

- 1) v activo en el instante t si y sólo si $F^v(t) \neq 0$;
- 2) la actividad de v en el lapso de tiempo $\tau \subset T$ es igual a la fracción de los componentes de v activos durante τ .

En neurociencia es habitual medir la actividad de neuronas individuales por su potencial de acción o la frecuencia con que se descargan. Pero éstas no son las únicas medidas de su actividad que

son posibles. Otra buena medida de la actividad de los sistemas compuestos por muchas neuronas es la necesidad extra de sangre, cantidad que se puede calcular utilizando radioisótopos. Estas observaciones nos serán suficientes en lo que respecta a la posibilidad de medir la actividad de los sistemas neuronales.

Cualquier estado de la actividad de un sistema neural es, entonces, un valor de la parte variable de la función de estado del sistema: por tanto, cualquier proceso que ocurra en el sistema es una lista de estados sucesivos de la actividad del sistema como totalidad. Con otras palabras, adoptamos la

DEFINICIÓN 3.2. Sea $F^v: T \rightarrow \mathbb{R}^n$ la parte variable de la función de estado de un sistema neural v . Entonces:

- 1) el estado de actividad de v en el momento $t \in T$ es $s = F^v(t)$;
- 2) el proceso (completo, o función) que ocurre en v durante el intervalo de tiempo $\tau \subset T$ es la lista (conjunto ordenado) de estados de actividad de v :

$$\pi(v, \tau) = \langle F^v(t) \mid t \in \tau \rangle.$$

No es difícil que una misma neurona pueda pasar dos veces aproximadamente por el mismo estado de actividad; pero esto es mucho más difícil que ocurra en un sistema neural compuesto por un millón de neuronas. Podemos suponer que entre los estados de actividad de un sistema neural mediano no existen dos estados idénticos y, en último extremo, tampoco entre los de los grandes sistemas neurales (como pueden ser el hipocampo o el área olfativa). Como identificaremos los estados mentales con algunos de estos estados de actividad, se sigue que no hay ningún acontecimiento mental que se repita exactamente de la misma manera. (Seguramente en una primera aproximación nos podemos olvidar de esas variaciones. Por ejemplo, la ley de la potencia de Stevens, $\psi = k\phi^n$, que relaciona la intensidad ψ de la experiencia subjetiva de un estímulo sensorial ϕ , no tiene en cuenta el estado del animal en el momento de la estimulación, ni su experiencia y expectativa. Sin embargo, estos factores adicionales tienen importancia, por lo que habrán de ser incorporados en enunciados legales más sofisticados. A propósito, se puede conjeturar que la intensidad ψ de la experiencia subjetiva es igual a la frecuencia de excitación del sistema neuronal que procesa el estímulo sensorial correspondiente [ver Thompson, 1975]. Esto está de acuerdo no hay ni que decirlo, con la hipótesis de la identidad psiconeural.)

A continuación introduciremos el concepto de actividad específica de un sistema neural. A un sistema neural lo caracterizan los procesos de los que sólo ese sistema, de entre todos los que tiene el animal, se puede hacer cargo. Para formalizar este concepto introduciremos la noción de proceso desordenado o, mejor, representación desordenada de un proceso. Esta representación nos proporciona los

estados sucesivos que constituyen un proceso, pero sin que estén ordenados: es un mero conjunto, no un conjunto ordenado. Formalmente tenemos la

DEFINICIÓN 3.3. Sea $\pi(v, t) = \langle F^v(t) \mid t \in \tau \rangle$ el proceso (completo) que efectúa un sistema neural v de un animal b en el intervalo de tiempo $\tau \subset T$. Entonces

- 1) el proceso desordenado correspondiente es

$$\pi(v, t) = \{F^v(t) \mid t \in \tau\};$$

- 2) el proceso desordenado específico (o función específica) que ocurre en v durante τ es

$$\pi_s(v, \tau) = \pi(v, \tau) \cap \pi(\mu, \tau), \text{ con } \mu \neq v, \\ \mu \subset b$$

donde $A - B = A \cap B$ y « $\mu \subset b$ » significa « μ es un subsistema de b ».

(Atención. Los holistas objetarán probablemente que los organismos respiran, digieren, sienten, etc., con el cuerpo completo, es decir, que ningún subsistema individual de éste puede funcionar adecuadamente aislado del resto del cuerpo. Por supuesto. Sin embargo, de cada función específica «se encarga» determinado subsistema, y todos los demás que entran en juego son subsistemas de apoyo. En particular, pensamos con el cerebro, y no con las glándulas pituitaria, tiroidea ni suprarrenales por más que éstas no puedan funcionar normalmente sin aquél. Las conexiones existentes entre los diversos componentes de un sistema no deben llevarnos a negar la existencia de entidades distintas ni que algunas de éstas tienen funciones distintas.)

Respecto a la actividad del SNC existen dos concepciones principales: las denominaremos concepción *causal* y *autogénica*. Según la primera, el SNC se encuentra habitualmente en reposo, y sólo lo activan los estímulos que provienen de otros subsistemas del cuerpo o del medio. Esta es la concepción de Sherrington, Pavlov, psicología del estímulo-respuesta y los modelos computacionales del SNC que lo consideran un procesador de información o un autómata determinista. La concepción causal no conlleva ningún tipo de soporte experimental, siendo un ejemplo de la regla peripatética *Omne quod movetur ab alio movetur* («Todo lo que se mueve es movido por otro»). Ni la física, ni la química ni, *a fortiori*, la biología saben de ningún sistema que únicamente cambia cuando le afectan estímulos externos. (Cf. Bunge, 1959, 1977a, 1979a.) Esta es la razón que nos permite postular que todas las cosas varían de modo espontáneo en algunos aspectos, e inducido en otros.

La investigación sobre las neuronas simples, como las motoneuronas de los invertebrados, ha proporcionado amplia confirmación

a esta hipótesis. (Además, las fluctuaciones intrínsecas del potencial eléctrico de la membrana son suficientemente patentes y mensurables.) En el otro extremo de la escala neuronal, los experimentos efectuados sobre la privación sensorial han demostrado que el SNC es activo incluso cuando cesa la entrada de información sensorial. (Pero también han demostrado lo importante que es la estimulación sensorial para el funcionamiento *normal* del SNC: el sujeto que no tiene contacto con el mundo externo no tiene ni siquiera una imagen correcta de sí mismo.) Por tanto, adoptaremos la hipótesis de que el SNC y todos sus subsistemas neurales, se encuentran en estado de actividad constante incluso en ausencia de estímulos sensoriales externos; también sostendremos que éstos modifican o modulan la actividad entera del sistema, no limitándose, por tanto, a ser sólo una fuente de cambio.

Para obtener un principio general de la actividad central espontánea consideremos m neuronas conectadas sinápticamente a cierta neurona i . La tasa de cambio del estado de actividad de esta última supondremos que consiste en una parte autónoma (espontánea) y otra proporcional a las señales que provienen de las fibras aferentes:

$$F_i^e(t) = A_i(t) + \sum_{j=1}^m C_{ij}(t) F_j^e(t),$$

donde $C_{ij}(t)$ es la intensidad de la conexión $i-j$. Este sistema de ecuaciones es indeterminado (incompleto). Ha de ser completado con un sistema de ecuaciones para la tasa de cambio de las conexiones. Una hipótesis conocida es

$$C_{ij}(t) = c_{ij} \exp(-|x_{ij}|/b),$$

donde c_{ij} y b son números reales y $|x_{ij}|$ la distancia entre las unidades i y j . Otro candidato con posibilidades es el siguiente

$$C_{ij}(t) = c_{ij} F_i^e(t)$$

(Se pueden encontrar modelos matemáticos de la dinámica de los sistemas corticales en Marr, 1970; Wilson y Cowan, 1973; Nass y Cooper, 1975.)

Pero en lo único que aquí estamos interesados es en el principio general, que podemos enunciar del modo siguiente:

POSTULADO 3.1. Para cualquier sistema neuronal v de un animal, el estado de actividad instantánea de v se descompone aditivamente en dos funciones: $F^v = \mathbb{A} + \mathbb{E}$, donde \mathbb{A} no se anula para todo $t \in T$, y $t \in T$ y \mathbb{E} depende de los estímulos que afectan a v desde el resto de subsistemas del animal.

DEFINICIÓN 3.4. Sea $F^v = \mathbb{A} + \mathbb{E}$ la parte activa de la función de estado de un sistema neuronal v . Entonces decimos que $\mathbb{A}(t)$ es el estado de actividad espontánea de v en el instante t y que $\mathbb{E}(t)$ es el estado de actividad inducida (o estimulada) de v en t .

(Contrástese el postulado 3.1 con el modelo de McCulloch y Pitts, 1943, en el que $\mathbb{A} = 0$.)

Una vez que ya sabemos, o pretendemos saber, cómo funciona un sistema neuronal, podemos intentar averiguar cómo se combinan dos o más sistemas neurales para formar un supersistema. Supongamos que v_1 y v_2 son dos sistemas neurales de cierto animal que poseen el mismo número m de neuronas (por ejemplo, dos columnas corticales), y cuyas funciones de estado activo son, respectivamente, F_1^e y F_2^e . Supongamos además que las neuronas de v_1 están conectadas sinápticamente con las de v_2 de modo que v_2 tiene además de su actividad espontánea una actividad estimulada o inducida. El supuesto más sencillo es, por supuesto, que la actividad inducida \mathbb{E}_2 de v_2 depende linealmente de F_1^e es decir $\mathbb{E}_2 = C F_1^e$, siendo C una matriz $m \times m$ que representa la conectividad del sistema. Esta conectividad varía con el tiempo: sostenemos que con el uso es más fuerte y más débil con el desuso. Si v_1 no activa v_2 , el valor de C disminuirá, tras un intervalo de tiempo, hasta $C(t+1) = aC(t)$, con $0 < a < 1$. Después de k intervalos de tiempo, $C(t+k) = a^k C(t)$, que a medida que k aumenta se aproxima a cero. Si, por el contrario, v_2 resulta activado por v_1 , la conectividad será reforzada en proporción a la actividad espontánea de los dos sistemas neurales (hipótesis de Hebb). Es decir, el incremento de la conectividad será $\delta C = b F_1^e F_2^e$, donde b es una matriz $m \times m$ de números reales, algunos positivos y otros negativos. Por tanto, en general el valor de la conectividad en el instante t será

$$C(t) = aC(t-1) + b F_1^e(t) F_2^e(t),$$

con lo que el estado de actividad de v_2 en el instante t estará representado por

$$F_2^e(t) = F_2^e(t) + aC(t-1) F_1^e(t) + b [F_1^e(t) F_2^e(t)] F_1^e(t).$$

Esta no es más que una propuesta especulativa para la construcción de una clase completa de modelos neurales. (Un modelo semejante se encuentra en Cooper, 1973; uno más simple en Amari, 1977.) Los modelos de este tipo son contrastables experimentalmente y, además, sugieren su propia contrastación. Por esto, con sólo controlar la parte estimulada de F_1^e y medir las actividades espontáneas de v_1 y v_2 (es decir, \mathbb{A}_1 y \mathbb{A}_2) y el *output* total F_2^e ya se puede comprobar el modelo anterior. El interés filosófico que tiene este modelo estriba en que muestra que es posible entender estados y

acontecimientos mentales como estados y acontecimientos de sistemas neurales con sólo utilizar los instrumentos matemáticos adecuados. Por otro lado, la versión de la hipótesis de la identidad psiconeural que da el lenguaje ordinario suena tan paradójica como la versión que da de la hipótesis de que la luz es (idéntica a) un campo electromagnético que se propaga, o de que los rasgos hereditarios se encuentran codificados en moléculas de ADN.

3. ESTADOS Y PROCESOS MENTALES

Todos los hechos que por experiencia introspectiva sabemos que son mentales son idénticos a alguna actividad cerebral: esta es, en pocas palabras, la denominada *teoría de la identidad psiconeural* o *hipótesis psicobiológica de lo mental*. *Ejemplo 1.* La visión (normal o alucinatoria) consiste en la actividad de sistemas neurales del sistema visual (incluyendo el córtex visual asociativo en los vertebrados superiores). *Ejemplo 2.* El aprendizaje consiste en la formación de sistemas (o conexiones) neurales nuevos(as). *Ejemplo 3.* Recordar es la reactivación de conexiones neurales.

Parte de la actividad del cerebro no es mental, habiendo sistemas neurales que no son capaces de encargarse de funciones (actividades, procesos) mentales. Por ejemplo, sólo algunas de las actividades del componente cortical del sistema visual son mentales: las de los componentes comprometidos o preprogramados (por ejemplo, la retina y el nervio óptico) no lo son. (Recordar el Postulado 2.2.) Los únicos sistemas neurales capaces de aprender son los no comprometidos: el aprendizaje es una actividad del córtex asociativo, porción del córtex que no es ni sensorial ni motora. Además, enunciaremos la hipótesis de que los sistemas neurales no comprometidos (o plásticos) son el «asiento» o «correlato neural» de lo mental. Más precisamente, supondremos que cualquier estado o proceso mental es un estado de actividad o proceso de algún sistema neural no comprometido (plástico) sin contar sus funciones «domésticas»; esto es, lo mental es la función *específica* de alguno de estos sistemas. Formulamos el supuesto del modo siguiente:

DEFINICIÓN 3.5. Sea b un animal dotado de un sistema neural plástico P . Entonces

- 1) b experimenta un proceso mental (o efectúa una función mental) durante el intervalo de tiempo τ si y sólo si P tiene un subsistema v tal que v se encuentra durante τ ocupado en un proceso específico (es decir, $\bar{\pi}_v(v, t) \neq \emptyset$);
- 2) todos los estados (o estadios) de un proceso mental de b son estados mentales de b .

Ejemplo 1. Las voliciones probablemente sean actividades específicas de módulos neuronales que se encuentran en el cerebro anterior.

Ejemplo 2. Leer es una actividad del sistema visual junto con el área de habla de Broca y el área motora suplementaria. *Contraejemplo.* Ira, sed, miedo, entusiasmo e impulso sexual son procesos de los sistemas subcorticales (sobre todo, el hipotálamo y del limbo), y, por tanto, según nuestra definición, *no son mentales*. Lo que sí es mental es la conciencia de cualquiera de esos estados; la conciencia es un proceso de algunos subsistemas de P .

De nuestra definición se siguen unas cuantas consecuencias.

COROLARIO 3.1. Todos los animales dotados de sistemas neurales plásticos (no comprometido o no preprogramado), y sólo ellos, son capaces de tener estados mentales (o de experimentar procesos mentales).

Como la mayor parte de las especies carecen de sistemas neurales plásticos, casi ningún organismo tiene vida mental. En concreto, las plantas y los insectos carecen de ella. (Por tanto, dejad de hablar a vuestros helechos y hormigas.)

COROLARIO 3.2. Todos los desórdenes mentales son desórdenes neurales.

Es decir, no sólo los trastornos «orgánicos», también los «funcionales», son trastornos del tejido nervioso (que no tienen necesariamente que ser trastornos celulares). Por tanto, la separación tan corriente entre neurología, psiquiatría y psicología clínica no es natural.

COROLARIO 3.3. Las funciones (procesos) mentales cesan con la muerte de los sistemas neurales correspondientes.

COROLARIO 3.4. Las funciones (procesos) mentales no se pueden transferir directamente (esto es, sin utilizar líneas transmisoras) de un cerebro a otro.

La percepción extrasensorial no tiene nada que hacer una vez que hayamos admitido que lo mental es una función cerebral. Por otra parte, las únicas dificultades que se presentan normalmente en los modos de comunicación intercerebral cuando se quieren utilizar medios distintos de los ópticos, acústicos, táctiles y demás medios convencionales, son dificultades técnicas. Y la telepatía, que utilizaría ondas electromagnéticas emitidas, recibidas y decodificadas por cerebros, es imposible, aunque sólo sea porque la radiación que emite el cerebro es demasiado débil como para que pueda conseguir ese propósito. (Taylor y Balanovski, 1979.)

Utilizando la definición 3.3.2) de actividad específica, enunciaremos la

DEFINICIÓN 3.6. Sea P un supersistema plástico (no comprometido) de un animal b de la especie K . Entonces

- 1) La mente de b durante el período de tiempo τ es la unión de todos los procesos mentales que efectúan los componentes de P en el intervalo de tiempo τ :

$$m(b, \tau) = \bigcup_{p \in P} \pi_p(v, \tau);$$

- 2) La mente- K (o mente de la especie K) durante el período de tiempo τ es

$$M(K, \tau) = \bigcup_{k \in K} m(k, \tau).$$

Como los elementos del conjunto que hemos denominado «mente» son funciones (procesos) cerebrales, no tiene sentido decir que el cerebro es la «base física» de la mente. (Además, esta expresión es dualista: sugiere que la mente es inmaterial, mientras que el cerebro es material.) Y como la mente humana no es otra cosa que la unión de las mentes de todos los individuos humanos [cláusula 2) de la última definición], no tiene sentido hablar sobre la *mente colectiva* de la humanidad como si fuera una entidad o un sistema funcional.

En cambio, la mente de un animal individual posee unidad funcional. De hecho, recordemos que los componentes del super-sistema neural plástico o no comprometido forman un sistema, no se encuentran aislados (postulado 2.3). Esta es la «base neural» (perdón) de la unidad de la mente individual, en la que tanto han insistido algunos filósofos. En nuestro marco de referencia expresamos esta unidad por medio del

COROLARIO 3.5. Las funciones mentales de (procesos en) el super-sistema neural plástico de un animal están enlazados unos con otros, es decir, forman un sistema funcional. (Es decir, para todo animal b y cualquier período de tiempo τ de su existencia, $m(b, \tau)$ es, caso de no ser vacío, un sistema funcional.)

En consecuencia, cuando un neurocirujano divide en dos partes el cerebro de un primate, también divide el sistema plástico en dos y, por tanto, también divide la mente del animal. En la Sec. 4 se volverá sobre esta cuestión.

La última convención que adoptamos es la

DEFINICIÓN 3.7. Sea x un objeto y b un animal dotado de un sistema neural plástico. Entonces

- 1) x está en la mente de b si y sólo si x es un estado mental o un proceso mental de b (es decir, si b tiene un sistema neural plástico en el que ocurre un proceso específico que contiene como miembro o como subconjunto a x);
- 2) x está en la mente (es mental) si y sólo si existe por lo menos un animal y tal que x está en la mente de y .

Observación 1. Nuestro concepto de lo mental se articula sobre la definición que habíamos dado previamente de proceso específico

en algún sistema neural plástico (no preprogramado). En realidad, no existen procesos específicos sino *rasgos* específicos de un proceso. En la Definición 3.2 $\pi(v, \tau)$ denota un proceso real que se da en v durante τ ; elaboramos la noción de proceso específico $\pi_p(v, \tau)$ (mejor: de rasgos específicos de un proceso) abstrayendo lo que es común a otros procesos del mismo animal. Esto hace que cada proceso mental esté acompañado por multitud de procesos del mismo sistema neural, como el cambio proteínico y el flujo sanguíneo. Aunque podemos representar un proceso neural que se dé en un sistema neural por un arco de curva del espacio de estados de un cerebro, no podemos representar del mismo modo los procesos mentales «puros» correspondientes. (Excepto que contraigamos el espacio de estados haciendo caso omiso de todos los ejes que representen funciones «domésticas».) Y esta característica es conveniente porque no existen procesos puramente mentales. (Cf. Cap. 7, Sec. 2.1.) Por tanto, cuando leamos un diagrama del espacio de estados como el de la figura 3.2 debemos recordar que el arco de curva que en él aparece representa el proceso completo, y el proceso mental correspondiente no es más que un rasgo o aspecto de él.

Observación 2. Un estado mental puede ser aproximadamente constante —por ejemplo, el que perciba durante un rato una cosa fija. Sin embargo, también estos estados son estados de *actividad* del sistema neural: si no existiera algo de actividad, no existiría actividad mental. Dicho de otro modo, los estados mentales se parecen más a estados de movimiento que a estados estáticos (como puede ser el estado de un gas encerrado en un depósito rígido que se encuentra en un medio que no varía).

Observación 3. Hemos afirmado que los estados mentales son estados neurales (o rasgos de éstos), lo que no hemos dicho es que cada estado neural tenga un «correlato» mental. Estados mentales diferentes se corresponden con estados neurales diferentes, pero no a la inversa: el mismo suceso mental puede ser en una ocasión un proceso en un sistema neural itinerante y en otra ocasión en otro sistema. Seguramente existirán algunas diferencias: hasta cuando efectuamos sumas rutinarias podemos estar utilizando en cada ocasión sistemas neurales itinerantes diferentes, pero de esta diferencia no nos podemos enterar introspectivamente (Bindra, 1976). (Si llamamos N al conjunto de estados neurales que son mentales y M al conjunto de estados mentales que podemos distinguir introspectivamente, nos encontraremos con que M es el cociente de N respecto a la relación de equivalencia introspectiva, es decir, $M = N / \sim$.) La introspección es un método tan burdo de observarnos interiormente (en nuestro cerebro) como la visión lo es para observar el exterior. Del mismo modo que somos incapaces de ver gran parte del mundo exterior sin ayuda de microscopios, telescopios y teorías científicas, del mismo modo no tendremos éxito en

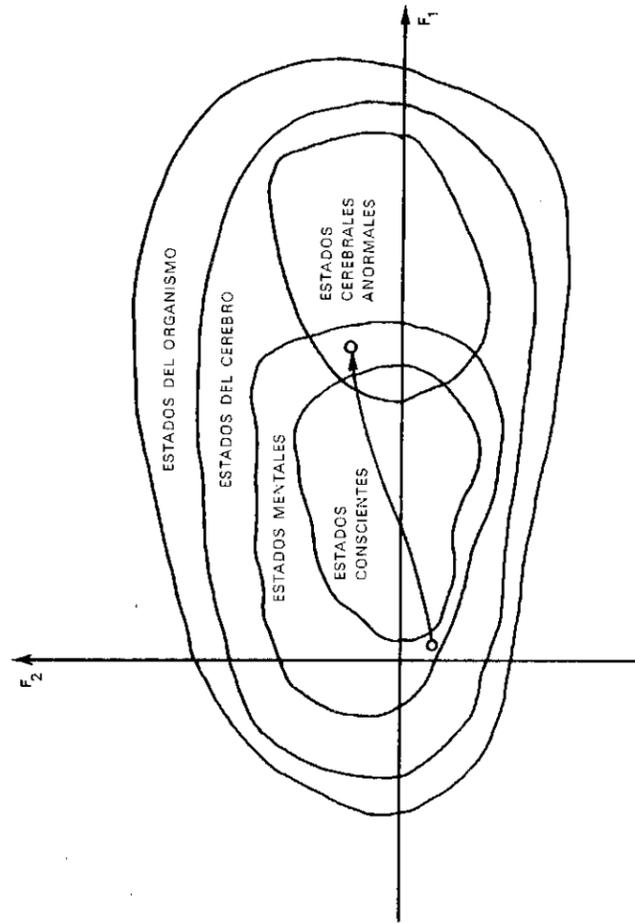
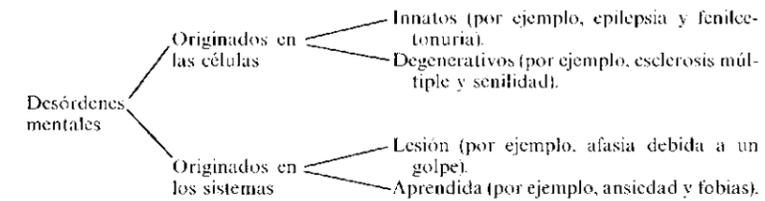


FIGURA 3.2. Proyección del espacio de estados de un ser humano. Los dos ejes representan propiedades neurofisiológicas, pero uno de ellos o alguna función de los dos es idéntico con una propiedad psicológica. El arco de curva representa un proceso mental, que sólo es consciente parcialmente y que incluso puede tener un segmento anormal.

«ver» gran parte de lo que ocurre dentro de nuestros cráneos sin la ayuda de todo el instrumental y la parafernalia teórica de la neurociencia.

Observación 4. Según nuestro marco de referencia un cambio de la mente es un suceso neural, es decir, un cambio en el estado de algún sistema neural. Por ejemplo, un animal que se enfrenta con n alternativas diferentes puede preferir en cada momento una, quizás con propensiones (probabilidades) distintas en cada caso. A la vista de tales opciones podemos representar sus estados y cambios de estado mentales por medio de una matriz $m \times n$ $|P_{ij}|$ de las probabilidades de transición, en la que P_{ij} , con $i \neq j$ es la probabilidad de que la mente cambie del estado i al estado j , mientras que P_{ii} es la probabilidad de que la mente se quede en la alternativa i -ésima.

Observación 5. Nuestro corolario 3.2, que afirma que todos los desórdenes mentales son desórdenes neurales, es contradictorio con la dicotomía normalmente aceptada entre desórdenes orgánicos y funcionales (o de la conducta). Esta dicotomía, que conlleva una división del trabajo — el de los neurólogos y el de los psiquiatras — está inspirada por el dualismo psiconeural. Según el monismo psicofísico todos los estados mentales, sean normales o anormales, son orgánicos; todos son estados del SNC. La diferencia no existe entre desórdenes orgánicos y psicológicos, sino la diferencia entre enfermedad cuyo origen se encuentra en las células (por ejemplo, deficiencia de dopamina o tiroidea) y enfermedad originada en sistemas (o subsistemas), por ejemplo, conexiones deficientes. Gracias a la plasticidad de gran parte del córtex humano los desórdenes sistémicos o de conducta se pueden curar frecuentemente volviendo a aprender (son ejemplos la terapia de la conducta o un mero cambio de medio), siempre y cuando las conexiones neurales correspondientes no sean excesivamente rígidas. Las neuronas enfermas exigen, sin embargo, un tratamiento bioquímico (o psicofarmacológico) en lugar de una logoterapia: las células no escuchan. Resumiendo, proponemos reemplazar la dicotomía existente respecto a la enfermedad mental entre orgánico y conductual por la siguiente clasificación:



Observación 6. Hasta ahora nos hemos limitado a afirmar que un animal posee mente en el caso de que tenga un sistema neural plástico, es decir, sólo cuando su sistema nervioso puede hacer algo que no está predeterminado genéticamente con todo detalle. Pero no hemos mencionado ninguna especie que satisfaga esta condición —ni lo haremos aquí. La neurociencia no tiene completa seguridad de si otras especies animales distintas a la de los primates tienen mente, es decir, no tiene completa seguridad de si las demás especies poseen sistemas neurales que sean plásticos. Seguramente todos tenemos nuestras propias ideas respecto a esto, pero el problema aún no ha sido investigado científicamente excepto con unos pocos animales, los habituales en el laboratorio. E incluso en estos casos queda la duda debido al hábito dual de negar lo mental y de caracterizarlo con términos mentalistas. Nuestros supuestos y definiciones previos permiten una investigación neurofisiológica del problema, investigación que, curiosamente, pertenece a la psicología comparada y evolutiva.

Observación 7. El niño humano, cuando lo comparamos en el momento del nacimiento, es mucho más inmaduro que otros animales. La maduración del cerebro del niño (sobre todo, de su neocórtex y de su cuerpo calloso) consiste en el aumento progresivo de las ramificaciones dendríticas y de la mielinización. Esta inmadurez del SNC hace que no le podamos atribuir una mente al recién nacido, aunque, por supuesto, tiene la capacidad de formar, y rápidamente, una. Sin embargo, los psicoanalistas siguen hablando de vida mental intrauterina por no hablar de las pretendidas «experiencias sexuales» del infante, que serían el origen de las neurosis del adulto. (Ver Jones, 1961, p. 232.)

Observación 8. Nosotros no hemos hecho, como se hace habitualmente, una caracterización de los estados y sucesos mentales independientemente de estados y sucesos cerebrales. Hay numerosas razones para que no hayamos procedido de esta manera. En primer lugar, porque los predicados mentalistas, como «ve rojo» y «piensa mal», son indispensables, pero groseros y vulgares, no exactos ni científicos. En segundo lugar, porque el objetivo final del enfoque neurofisiológico de la mente debería ser alejarse del conocimiento ordinario para conseguir que la mente sea accesible a la ciencia. En tercer lugar, porque si caracterizamos a los acontecimientos mentales independientemente de los acontecimientos cerebrales, entonces la teoría de la identidad se transforma en inútil o falsa (Brandt y Kimm, 1967). En cuarto lugar, porque de algunos acontecimientos físicos también podríamos dar descripciones en el lenguaje ordinario (que es mentalista) con lo que podría considerarse «demostrado» que son acontecimientos mentales. Por ejemplo, podríamos describir la explosión de una bomba nuclear como el experimento más aterrador. (Davidson, 1970, hace la extraña afirmación de que *todos*

los acontecimientos físicos se podrían describir en términos mentales. En el mismo artículo sostiene que los acontecimientos mentales no están sometidos a leyes, a diferencia de los acontecimientos físicos. Estos extraños resultados se derivan de que *a)* no define el concepto de acontecimiento; *b)* confunde los acontecimientos con sus descripciones; *c)* cree que las descripciones que hagamos en el lenguaje ordinario son relevantes para el problema.)

Observación 9. La pretensión de los dualistas de que lo mental no debe ser físico porque no puede ser descrito en términos físicos (por ejemplo, con los términos «presión» y «conductividad») es errónea. En primer lugar, porque aunque sucesos como las pesadillas y el sentir un aroma agrio no los podamos describir en términos estrictamente físicos, al menos en principio los podemos describir en términos neurofisiológicos. En segundo lugar, porque en la vida diaria nunca nos ocupamos de describir los estados y sucesos mentales en términos neurales, igual que no nos ocupamos de describir acontecimientos físicos normales como un choque de coches o el encendido de una bombilla con la parafernalia de la teoría física. No tenemos por qué hacerlo; nos basta con saber que, si queremos, podremos describir esos acontecimientos (o ciertos rasgos suyos) en términos científicos.

Observación 10. La mente y el cerebro no son idénticos: la identidad existente entre cerebro y mente no es mayor que la existente entre pulmón y respiración. En nuestra versión de la «teoría» de la identidad, el conjunto de los acontecimientos mentales es un subconjunto del de los acontecimientos que ocurren en los sistemas neurales plásticos del animal.

Observación 11. Seguiremos poniendo comillas al término «teoría» mientras los sistemas neurales (columnas neuronales, circuitos, ensamblajes celulares itinerantes) comprometidos en la actividad mental continúen sin ser identificados —igual que los neurocientíficos que estudian los invertebrados identifican los sistemas neurales (que a veces son neuronas individuales) que se ocupan de las funciones motoras. Lo que nosotros hemos elaborado no es más que un *andamiaje* para una teoría propiamente dicha (o mejor, una matriz para un conjunto completo de teorías específicas de lo mental). Sólo podemos contrastar estas últimas y, por tanto, sólo a ellas podemos refutar: las teorías extremadamente generales sólo son, en el mejor de los casos, confirmables (Bunge, 1973a).

Observación 12. Ahora ya podemos hablar de *lo mental* e incluso de la *mente* sin tener la precaución de las comillas. Pero debemos tener cuidado con las palabras «alma» y «espíritu», e incluso más todavía con las expresiones «espíritu objetivo (o mente)» y «espíritu absoluto», que se supone que denotan una mente supraindividual existente por sí misma. La idea de un alma, espíritu, o mente que no tengan cuerpo es únicamente un *asylum ignorantiae*. Presumible-

mente, hace diez mil años era inevitable, en un momento en el que no existía la ciencia para explicar el mundo, pero en la que pasa por ser la Edad de la Ciencia no existe justificación para seguir sosteniendo tales ideas.

Observación 13. Los filósofos han discutido durante siglos el problema de si la mente es pasiva (empirismo) o activa (idealismo), es decir, si depende totalmente de estímulos ambientales o es completamente autosuficiente. Tan pronto como dejamos de centrarnos en la mente para ocuparnos del cerebro y de sus funciones, desaparece todo el problema. Como todos los demás biosistemas, el cerebro es autónomo (se pone a funcionar por sí mismo) en algunos aspectos y dependiente del medio en otros.

Observación 14. La definición 3.7, en la que establecimos la noción de «estar en la mente» sugiere la siguiente filosofía de las matemáticas. Los objetos matemáticos, como las clases y funciones, son objetos que *sólo pueden estar en alguna mente*. Es decir, los objetos matemáticos son modelos de procesos cerebrales posibles: no existen en ningún lado ni por sí mismos independientemente de los cerebros que los piensan. Igual que los objetos míticos Zeus y Mickey Mouse no son más que esto ni lo son menos puesto que, después de todo, los procesos cerebrales son reales o se pueden hacer reales. La mente es finita: sólo podemos pensar un número finito de objetos matemáticos. Pero ocultamos esta finitud por medio de la *ficción* de que todas las posibilidades que no han sido hechas reales existen (formalmente). Por esto, aunque nunca seremos capaces de derivar los infinitos teoremas de una teoría, fingimos que existen: esto es suficiente para que estemos autorizados a hablar de *la teoría*. Esta es, muy resumida, nuestra filosofía ficcionista de las matemáticas.

Observación 15. Tanto Pegaso como las ecuaciones de Maxwell están en la mente (de alguien en algún momento). Por tanto, los dos existen como procesos cerebrales (y sólo como ellos); respecto a esto son semejantes. Pero en lo que ya no lo son es en que mientras Pegaso es un concepto y una imagen que posee extensión vacía (es decir, que no tiene contrapartida en el mundo externo), las ecuaciones de Maxwell representan bastante bien (son bastante verdaderas) todos los campos electromagnéticos reales posibles. Esta es, entonces, una diferencia entre los mitos y los constructos científicos: los dos existen en alguna mente, pero los primeros no representan cosas reales mientras que los segundos sí lo hacen.

Observación 16. La diferencia entre los mundos externo e interno no es absoluta, sino relativa al cerebro; lo que para mí es interno es externo para ti, y a la inversa.

Observación 17. Algunos físicos pretenden que la mecánica cuántica sólo trata de objetos sometidos a observación y medición; y como de efectuar estas operaciones sólo se pueden ocupar seres

conscientes, la mecánica cuántica ha de incluir necesariamente una referencia a procesos conscientes, por lo que ha de ser suprafísica. Cualquier examen de la mecánica cuántica, incluso el más elemental, muestra que no tiene nada que ver con procesos mentales: ninguna de sus variables representa rasgos mentales y ninguno de los problemas que la teoría consigue resolver es un problema psicológico (Bunge, 1973b). Pero incluso si la mecánica cuántica, o cualquier otra teoría, se refiriera parcialmente a la mente, no por ello dejaría de ser física porque los procesos mentales son procesos físicos en el sentido amplio (etimológico) de «físico».

Observación 18. Como el cerebro humano está compuesto de varios subsistemas que pueden funcionar en paralelo (aunque con interferencias mutuas), en el mismo instante se puede ocupar de diversas tareas mentales (es decir, puede ver, oír y tener visiones rápidas a la vez que piensa).

Observación 19. Los filósofos perdieron la confianza en que la materia tuviera la posibilidad de pensar debido a que tomaban como paradigma de la materia las piedras en lugar del giroscopio o algún otro sistema autocontrolado: está claro que nadie que haya tenido una peonza girando en sus manos puede evitar que le impresionen su actividad y persistencia.

4. INTERACCION MENTE-MATERIA

El dualismo interaccionista sostiene que la materia y la mente se encuentran separadas y son heterogéneas, pero actúan una sobre la otra; esto ha sido defendido por cantidad de filósofos, que van desde Descartes (1649) hasta Popper y Eccles (1977). Ya hemos visto en el Cap. 1, Sec. 2 y Sec. 4 que es difícil formular esta doctrina porque las interacciones sólo se pueden definir con precisión cuando son acciones entre cosas concretas. Por esto es tan erróneo hablar de la interacción mente-cerebro como hablar de las interacciones forma-cuerpo, movimiento-cuerpo, composición-sistema, conducta-animal o propiedad-cosa.

Sin embargo, tiene sentido hablar de las interacciones existentes entre lo mental y lo cerebral siempre y cuando entendamos que esta expresión abrevia «interacciones entre sistemas neurales plásticos (no comprometidos), por un lado, y por el otro sistemas neurales comprometidos o sistemas corporales que no formen parte del SNC». *Ejemplo 1.* Las interacciones entre las regiones cortical y subcortical del SNC, entre las áreas sensoriales y motoras, entre los sistemas neurales ideacionales y los receptores externos, entre el córtex visual y la pituitaria, etc. *Ejemplo 2.* Los yoguis aprenden a regular los latidos de su corazón, sus contracciones intestinales e incluso la cantidad de oxígeno que aspiran (cf. Miller, 1969). *Ejemplo 3.*

Podemos interrumpir el hilo del pensamiento al oír un alarido, por una punzada de dolor o al ingerir una droga.

Es paradójico que mientras los dualistas no tienen derecho a pretender que los sucesos mentales influyan sobre los procesos corporales que no son mentales (porque no tienen una noción clara de esta influencia), los monistas sí están capacitados para opinar a este respecto: sí tiene sentido hablar así cuando se habla de efectos psicosomáticos. Como el monista piensa que los sucesos mentales son sucesos neurales de cierto tipo, éstos pueden influir sobre otros sucesos, e incluso causarlos, en cualquier subsistema del mismo cuerpo gracias a la acción integradora del SNC. Resumiendo: como los sucesos mentales son sucesos neurales, y definimos la relación causal para parejas de sucesos en cosas concretas (Bunge, 1977a, Cap. 6, Def. 2.3), tenemos el

COROLARIO 3.6. *Los sucesos mentales pueden causar sucesos no mentales en el mismo cuerpo, y a la inversa.*

En consecuencia, los trastornos de biofunciones que no son mentales (por ejemplo, biofunciones metabólicas) pueden influir sobre los estados mentales y, a la inversa, los sucesos mentales, por ejemplo, los deseos, pueden influir sobre los estados corporales que no son mentales. Esta es la razón de que la neurología, la neuroquímica, la psiquiatría, la educación y la publicidad tengan algo en común.

Ejemplo 1. Un golpe en la cabeza puede «dejar fuera de combate la mente» del paciente, borrando el recuerdo de todos los acontecimientos que preceden inmediatamente al accidente. Un ejemplo también familiar es el bloqueo o cese de las actividades motoras y mentales como resultado de la inundación de un hemisferio cerebral. (El fenómeno dual es un bloqueo arterial —provocado, por ejemplo, por bacterias o parásitos—, que tiene efectos similares.) *Ejemplo 2.* Si implantamos electrodos en lugares seleccionados del cerebro y enviamos a través de ellos corriente, el neurofisiólogo puede controlar algunos estados mentales y, a través de esto, puede excitar o bloquear conductas, por ejemplo, una conducta violenta (cf. Delgado, 1969). *Ejemplo 3.* Cortando algunas fibras nerviosas o extrayendo áreas completas del SNC, el neurocirujano puede eliminar sistemas neurales que funcionan mal e impiden el correcto funcionamiento del resto del cuerpo —porque causan, por ejemplo, ataques epilépticos. *Ejemplo 4.* La sugestión, sea hipnótica o no lo sea, parece consistir en inducir un proceso cerebral de cierto tipo (una creencia) que a su vez provoca un cambio somático (por ejemplo, un movimiento o una reacción epidérmica) (Barber, 1978).

La intervención quirúrgica más dramática y reveladora es, por supuesto, la comisurotomía, el corte del puente que une los dos hemisferios cerebrales, el seccionamiento del cuerpo calloso (Sperry,

1964, 1966, 1977a, 1977b; Gazzaniga, 1967, Bogen, 1969; Gazzaniga y LeDoux, 1978). El estudio de los pacientes con el cerebro dividido ha mostrado que «los mecanismos de la conciencia humana pueden dividirse y doblarse por medio de la cirugía cerebral» (Gazzaniga y LeDoux, 1978, p. 145). Por ejemplo, mientras que el hemisferio izquierdo del paciente puede desear leer, el hemisferio derecho puede desear dar un paseo, con lo que surge el conflicto en la persona. En el marco de referencia que hemos elaborado esto no sorprende: según el corolario 3.5 existe una única mente mientras existe un único sistema plástico. Pero si dividimos este último en dos, surgen dos sistemas plásticos, cada uno con su propia mente o sistema de funciones mentales:

COROLARIO 3.7. *Sea h un animal cuyo sistema nervioso plástico ha sido dividido en dos partes separadas L y R . Entonces la mente de h durante cualquier intervalo de tiempo posterior a la división se encuentra dividida en dos sistemas funcionales disjuntos:*

$$m(h, \tau) = m_L(h, \tau) \cup m_R(h, \tau), \text{ donde } m_L(h, \tau) \cap m_R(h, \tau) = \emptyset.$$

Por tanto, los resultados del seccionamiento del cuerpo calloso no sirven de soporte al dualismo (a pesar de Puccetti, 1977). Por el contrario, muestran definitivamente que no existe mente inmaterial que ocupe ambos hemisferios conjuntamente. El dualismo sólo se podría salvar si dejara la materia en manos de una futura psicología dualista (Marks, 1980) o si invocara la intervención divina en el momento de seccionar el cuerpo calloso. Dios podría reemplazar la única alma que originalmente teníamos por dos nuevas almas independientes, cada una de las cuales recordaría parte de la historia pasada del alma original. Esta parece ser una solución fácil, pero no lo es puesto que plantea el grave problema teológico de cuál de las tres almas merece salvarse, y qué hacer en la Resurrección con tres almas y un cuerpo. Aún suponiendo que consiguieran resolver esta dificultad teológica, los dualistas se encuentran en una situación delicada. Si niegan que el paciente al que se le ha seccionado el cerebro tiene dos mentes (Eccles lo ha hecho: Eccles, 1965), se están enfrentando a la experiencia. Y si reconocen que una entidad física, como es el escabelo del cirujano, puede dividir el alma en dos, se está contradiciendo a sí mismo (Bunge y Llinás, 1978). Pero ya basta de comerse el tarro con el seccionamiento cerebral.

Podemos clasificar los productos químicos que producen efectos sobre el cerebro en los que sintetiza el propio cuerpo y las drogas. Entre los primeros encontramos las catecolaminas (dopamina, epinefrina y norepinefrina) y las endorfinas. Parece que cantidades excesivas de las primeras causan esquizofrenia (cf. Kety y Matthysse, 1975); al ser péptidos similares a los opiáceos, parece que combaten

el dolor. Entre las drogas nos encontramos gran variedad, que va desde estimulantes suaves, como los que contiene el té, pasando por las pildoras para el sueño y los alucinógenos (como la marihuana, el opio y el LSD), hasta las drogas que producen psicosis (como la cocaína) o la combaten (como el haloperidol). Todos estos productos químicos afectan a las funciones mentales modificando el metabolismo del SNC de diversos modos que van desde cambiar las propiedades de la membrana neuronal hasta tomar parte en las reacciones bioquímicas. Por esto, al modificar la conducción de la membrana, hay drogas que producen amnesia mientras otras facilitan el recuerdo, y al bloquear la síntesis de algunos neurotransmisores una droga produce esquizofrenia mientras que otra la cura. (Ver Groves y Rebec, 1976; Siegel y West, 1976.)

Por último, la manipulación puramente conductual o psicológica de las actividades mentales no es menos física que ésta porque la entrada sensorial y la salida conductual controladas por el profesor (o el predicador, o el propagandista o el psiquiatra) modulan la conectividad neural, reforzando algunas conexiones y debilitando otras. Resumiendo, podemos controlar lo mental; mejor dicho, está siendo controlado de diversos modos gracias a que no es inmateral: si lo fuera debería ser inmune a cualquier intento de manipulación. (En Omenn y Motulsky, 1972, se puede encontrar una relación de los tipos de modificaciones que se pueden efectuar deliberadamente de la actividad cerebral. En Skinner, 1952, Bandura, 1969, se encuentran modificaciones de la conducta a través de la educación.) (Figura 3.3).

Por sorprendente que suene lo de control físico de la mente, el control mental del cuerpo (como el que consiguen algunas religiones y algunos mártires políticos) es asombroso, y frecuentemente ha sido citado como prueba de la superioridad del Espíritu sobre la Materia. Este tipo de acción seguirá siendo misteriosa a menos que adoptemos una concepción neurofisiológica de la mente. Consideremos tres fenómenos bien conocidos: hambre, ira y yoga. El proceso por el cual se siente hambre es normalmente éste: los sensores del tracto digestivo envían señales al hipotálamo, que a su vez avisa al córtex. El córtex motor (y el cerebelo) controlan los músculos que intervienen en la búsqueda y consecución de la comida y en el acto de comer. (Este es el proceso normal en el animal sano. Una lesión, o un mero estímulo eléctrico del hipotálamo, puede producir hambre. Y en el hombre y en otros animales la mera visión de comida apetecible puede producir hambre aunque el animal se encuentre saciado.) Los dualistas piensan que pueden saltarse todas estas etapas: no consideran el proceso, que culmina en el córtex, que urge al cuerpo a comer, y hablan de la acción directa de la mente sobre los músculos. Su explicación es demasiado simplista y acientífica.

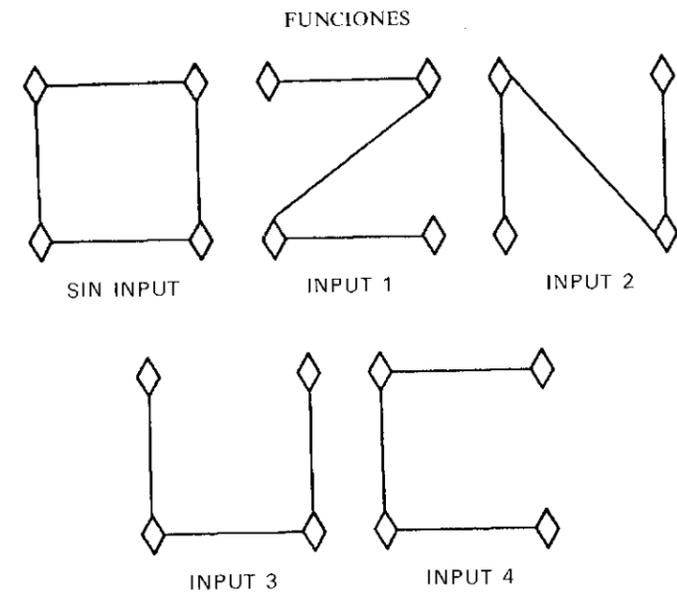


FIGURA 3.3. Cambios de la mente y de la conducta. Estímulos distintos pueden cambiar la conectividad de un mismo conjunto de neuronas. Resultado: ideas, actitudes, conductas, etc., diferentes.

Consideremos a continuación la ira. Los dualistas se conforman con «explicaciones» como la siguiente: «Ella se queja de él porque sus palabras la encolerizaron». El psicólogo fisiólogo analiza este conocimiento ordinario, explicándolo por el procedimiento que esquematiza la figura 3.4, que muestra una cadena causal de acontecimientos corporales.

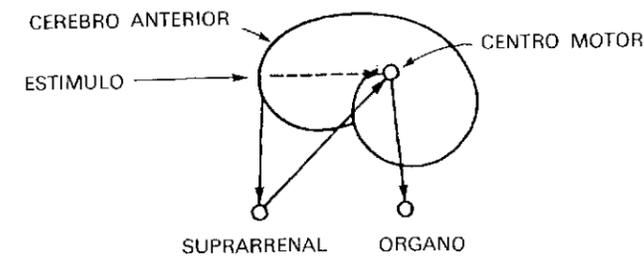


FIGURA 3.4. De la mente a la acción (o del cerebro anterior a los órganos del cuerpo). Cerebro anterior → glándula suprarrenal → centro motor → órganos.

Consideremos, por último, las técnicas del yoga para controlar los latidos del corazón, el consumo de oxígeno, la temperatura del cuerpo e incluso los umbrales del dolor; también podemos tomar en consideración las técnicas de retroalimentación que les permiten mover cosas externas sin la intervención de los músculos (sólo utilizan las ondas eléctricas cerebrales). Ninguna de estas técnicas es una evidencia en favor del poder de la Mente sobre la Materia: para poder serlo debería proporcionarse el mecanismo concreto que utiliza la pretendida acción de un objeto inmaterial sobre otro físico. Lo que esos fenómenos consiguen demostrar es que el sistema autónomo no es tan absolutamente autónomo como nosotros acostumbramos a imaginarnos: demuestran que la comunicación entre el córtex y los sistemas subcorticales es una vía de doble dirección.

Tampoco la «meditación» que practican los yoguis y sus discípulos es una evidencia en favor de la superioridad de la Mente sobre la Materia, menos aun para la tesis de que «la conciencia es la base del universo». Esa meditación consiste en suprimir todos los pensamientos, es decir, en inhibir la actividad del que probablemente sea el subsistema cerebral más recientemente evolucionado. La misma razón hace que estados como el de tener la mente en blanco y una medida metabólica anormal no se puedan caracterizar como «expansiones de la conciencia» o «experiencia de la conciencia pura», puesto que no son otra cosa que los estados cerebrales mínimos, que casi no son estados mentales. (Digamos de paso que el diccionario nos dice que «meditar» es «pensar profunda y continuamente». Por tanto «meditación» es un nombre inapropiado para lo que es una actividad no mental del cerebro. El término «relajación» sería más adecuado.)

Resumiendo, *podemos* hablar de las interacciones mente-cerebro (o interacciones psicósomáticas) siempre que lo único que estemos haciendo sea abreviar la expresión más larga «interacciones entre sucesos cerebrales de tipo mental y otros sucesos del cuerpo». Pero hablar literalmente de interacciones mente-cerebro es *a)* ambiguo, porque las interacciones sólo se encuentran bien definidas para las entidades materiales y *b)* una reminiscencia del animismo prehistórico (que se remonta al hombre de Neardenthal, hace cincuenta mil años).

5. ¿DONDE ESTA LA MENTE?

Sostienen los dualistas que mientras lo físico es extenso, lo mental no lo es: de aquí la sinonimia cartesiana entre «cuerpo» y *res extensa* (sustancia extensa), por una parte y «mente» o *res cogitans* (sustancia pensante) por la otra. La evidencia que existe a primera vista para que lo mental no sea espacial es del tipo siguiente: cuando

una persona piensa algún problema no siente que sus pensamientos estén localizados en ningún sitio. Sin embargo, mientras permanecemos en el nivel del conocimiento ordinario, también podemos citar evidencias en favor de la tesis de que la mente es coextensiva con el cuerpo, por ejemplo, cuando nos duele un pie, el dolor lo sentimos en él, no en el cerebro. La experiencia ordinaria es, entonces, ambigua: sostiene la tesis de la no espacialidad de lo mental junto con la tesis que afirma que la mente puede recorrer libremente todo el cuerpo. Esto nos sugiere que la tesis de la no espacialidad es confusa y que la evidencia introspectiva es insuficiente. Examinaremos los dos casos.

La tesis de que lo mental no es espacial contiene dos hipótesis diferentes. Una es que *los sucesos mentales no son extensos*, la otra que *no ocurren en ningún sitio* —excepto, por supuesto, en la mente, que es inmaterial. Esta última hipótesis implica, obviamente, la primera: pero la tesis inversa no es cierta. Los sucesos mentales podrían no ser extensos y, sin embargo, ocurrir en algún lugar (digamos que en el cerebro). También un acontecimiento físico que no toma tiempo ocurre en algún momento (respecto a un marco de referencia). En la ontología de la ciencia no existen sucesos en sí mismos, sino sucesos que se dan en alguna cosa concreta (cf. Bunge, 1977a). Por tanto, el problema del espacio que está «ocupado» por un suceso es el problema de la extensión de la cosa que cambia: por esto no es la *activación* de una neurona sino la *neurona excitada* una cosa extensa.

Los sucesos ocurren dondequiera que pueda haber cosas en las que puedan darse. Los sucesos mentales, en particular, se dan en sistemas neurales plásticos. Por esto, en principio, y frecuentemente también en la práctica, los neurofisiólogos *pueden* determinar la localización de un proceso de pensamiento, provocándolo, por ejemplo, por medio de estimulación eléctrica en lugares precisos del córtex (Penfield, 1958). Por tanto, ha sido refutada experimentalmente la pretensión filosófica de que «no tiene ningún sentido» hablar de los estados y de los sucesos mentales como si estuvieran localizados en algún sitio del cuerpo. Los sucesos mentales están tan localizados como los sistemas neurales plásticos correspondientes. Si estos últimos tienen una localización precisa, también la tienen los sucesos mentales que suceden en ellos. Si los sistemas neurales en cuestión son itinerantes, el propio suceso mental lo será. En resumen, los sucesos mentales ocurren en el cerebro. Pero esto no significa que la mente, el conjunto de todos los sucesos neurales, se encuentre en la cabeza: al ser un conjunto no se encuentra en ningún sitio. (Los conjuntos no se encuentran en el espacio a menos que sean conjuntos de puntos del espacio.)

¿Qué tenemos que decir acerca del dolor en los miembros, sobre todo en los que han sido amputados (miembros fantasmas)? La respuesta más corta es que del mismo modo que vemos las estrellas

en el cielo, no en nuestro cerebro, igual localizamos los dolores en distintas partes de nuestro organismo, y esta localización es a veces errónea. Una respuesta un poco más elaborada nos dice que el córtex del humano adulto tiene un mapa del cuerpo completo (la representación *somatotópica*). Y es en esta parte donde decodificamos y localizamos las señales que provienen de las distintas partes del cuerpo. Si estas señales provienen del muñón de un miembro amputado el paciente puede sentirlos como provenientes de la parte perdida, porque desde la infancia ha formado un mapa casi inalterable. (En el Cap. 4, Sec. 6 se encuentran explicaciones neurofisiológicas alternativas de las experiencias de miembros fantasmas.)

Concluyendo, los procesos mentales se encuentran localizados en donde se encuentran localizados los psicones correspondientes (es decir, los sistemas neurales que mientan); también ocurren en el tiempo y se toman un tiempo para completarse. Esta generalización de la neuropsicología contemporánea no constituye ninguna sorpresa para el monismo psicofísico, para el cual la *res cogitans* es *res extensa*, esto es, el cerebro. Que Wittgenstein (1967, p. 105e) haya considerado esta tesis como «una de las ideas más peligrosas para un filósofo» sólo sirve para mostrar el abismo existente entre su filosofía y la ciencia.

¿Qué tenemos que decir acerca de las ideas? ¿También ellas están en el espacio-tiempo? La respuesta a esta ambigua pregunta depende del modo que entendamos lo que sea una «idea». Si la consideramos como el proceso de la ideación, las ideas *están* en los cerebros que las piensan —pero sólo allí y sólo en el momento en que son pensadas. Por otra parte, el que llamamos *producto* de cualquiera de esos procesos, es decir, la «idea en sí misma», no está en ningún espacio-tiempo porque no existe por sí mismo; simplemente fingimos que lo hace. Por ejemplo, aunque pensar el número 3 sea un proceso cerebral, y por tanto, un proceso localizado tanto espacial como temporalmente, el número 3 no está en ningún sitio porque es una ficción que existe por convención o decisión. Y esta ficción no incluye la propiedad de espaciotemporalidad. Lo mismo que ocurre con el número 3 sirve para cualquier otra idea —concepto, proposición o teoría. En todos los casos abstraemos las propiedades neurofisiológicas de los procesos concretos de ideación y nos encontramos con un constructo que, por convención, sólo posee propiedades conceptuales o ideales.

En conclusión: lo mental está en la cabeza; pero las ideas en sí mismas, como no tienen existencia propia, no se encuentran en ningún lugar. (Más en Cap. 7, Sec. 4.)

6. PREDICADOS MENTALISTAS

La objeción más importante que aparentemente se le puede hacer al monismo psicofísico es la siguiente: «Los materialistas pretenden que todos los sucesos mentales son sucesos cerebrales, pero no son capaces de ofrecer una descripción clara, ni siquiera una definición, de ningún suceso mental sin la ayuda de conceptos mentalistas como los de yo, privado, y accesibilidad inmediata. En consecuencia, no pueden ni formular establecer su tesis de la identidad. Dicho de otro modo, los materialistas no pueden formular consistentemente la identidad de los predicados fenomenistas y de los físicos debido a que se niegan a pagar por los primeros su valor real.» (En Fodor, 1975, se ofrecen más objeciones a la concepción psicobiológica de la mente desde un punto de vista mentalista.)

En realidad, la anterior no es una objeción que se dirija en concreto a la tesis de la identidad psiconeural, sino una objeción que podría dirigirse a toda ciencia que sea concebida como una empresa cognitiva que busca una descripción de las apariencias que supere la que el lenguaje ordinario efectúa. Nuestra réplica es la siguiente:

- 1) La ciencia intenta explicar la realidad más allá de las apariencias —o de las apariencias consideradas una parte bastante pequeña de la realidad; por tanto, no utiliza predicados fenomenistas y, si lo hace, los considera predicados derivados, no básicos. Seguramente, los fenómenos, en particular los fenómenos mentales, son inmediatos a la experiencia, pero ni ontológica ni científicamente son primarios: son algo que debe ser explicado.
- 2) La psicología puede explicar las apariencias (los fenómenos), y, al menos en principio, lo puede hacer en términos que son estrictamente no fenomenistas. Por ejemplo, podemos explicar las diversas ilusiones visuales como el resultado de una información incompleta o inadecuada, o como el resultado de la fatiga o la inhibición de algunas neuronas, o como la conexión defectuosa de otras. (Cf. Cap. 4, Sec. 6.)
- 3) Una formulación rigurosa de la tesis monista no debe emplear predicados fenomenistas o mentalistas ni expresiones ambiguas del tipo de «correlación mental-neural». (Nuestra formulación no lo hace.) La tesis monista es que todos los procesos mentales son procesos cerebrales, no que toda proposición mentalista es idéntica con alguna proposición neurofisiológica: la identidad monista es una identidad ontológica, no lingüística. (Este punto tan importante ha sido oscurecido

por la versión no materialista de la «teoría de la identidad», que ha sido defendida por Schlick, 1925 y Feigl, 1958; es la que se denomina concepción de la «doble designación», una versión del monismo neutral.)

Dicho con otras palabras, no debemos pedir a la ciencia que descienda al nivel del sentido común sino que, en lugar de ello, debemos intentar elevar este último hasta la altura de la primera. A fin de cuentas esto es lo que hacemos cuando para nuestro desayuno compramos cereales y en lugar de dejarnos dirigir por anuncios como «*X* es energía para los jóvenes leones» miramos al contenido que *X* tiene de proteínas, vitaminas y calorías; o cuando al comprar un coche no nos conformamos con afirmaciones del tipo de «*X* va como un rayo», sino que indagamos acerca de la aceleración de *X*. Deberíamos comportarnos de igual modo cuando nos enfrentamos con predicados mentalistas. Más en concreto deberíamos adoptar la

REGLA 3.1. *No utilizar predicados mentalistas siempre que sea posible: O bien los reemplazamos, o los definimos o los deducimos, con la ayuda de predicados neurofisiológicos.*

Ejemplo de eliminación: «La idea de una mente inmaterial que controla el cuerpo es ni más ni menos que vitalismo; por tanto, no tiene ningún hueco en la ciencia» (Hebb, 1974). *Ejemplo de reducción:* El grado de introversión de una persona es igual a la actividad del sistema formado por las áreas media y septal de su córtex frontal, y su hipocampo (Gray, 1972a).

La regla 3.1 nos aconseja enfrentarnos a los predicados mentalistas utilizando alguna de las siguientes estrategias: eliminación, definición o deducción, con la ayuda de conceptos neurofisiológicos. La segunda de estas estrategias, esto es, la definición (identificación), ha sido recomendada por los denominados teóricos de la identidad (por ejemplo, Smart, 1959). Es decir, han propuesto que para cada predicado mentalista *M* existe un predicado neurofisiológico *N* tal que $M = N$, siendo = la relación de identidad ordinaria (estricta o necesaria). Los filósofos del lenguaje ordinario han sostenido que esto no puede hacerse porque «no tiene sentido» (Malcolm, 1964). Una réplica obvia es que para ellos no hay ninguna hipótesis científica que tenga sentido puesto que se empeñan en limitarse al lenguaje ordinario.

Una objeción, relacionada con la anterior, a la tesis de la identidad es la siguiente (Kripke, 1971). Si la identidad ha de ser tomada tan seriamente como en la afirmación «el calor es el movimiento de las moléculas», entonces la identidad debe ser necesaria en el sentido de que se cumple en todos los mundos posibles —cualesquiera que éstos puedan ser. Sin embargo, esto no puede ser así

porque «parece claramente posible» (para Kripke) que *M* (por ejemplo, el dolor) exista sin el estado cerebral correspondiente *N*, o que exista *N* sin que lo sintamos como un dolor — por tanto, la identidad es contingente y, por consiguiente, baladí. A estas afirmaciones se les pueden poner las siguientes objeciones: *a*) los científicos, y los filósofos orientados científicamente, no pierden su tiempo en especulaciones sobre mundos (lógicamente) posibles: se ocupan de explorar el mundo real (Bunge, 1977a); *b*) la distinción entre identidad necesaria (estricta) e identidad contingente no está clara y no aparece ni en la lógica ni en la ciencia. Resumiendo: la objeción sofista al materialismo no está suficientemente bien fundada. (En Valdés, 1979, se pueden encontrar críticas adicionales.)

Seguramente nuestra regla 3.1 no es un buen resumen del estado normal de la cuestión, sino un principio programático, es decir, que puede dirigir la investigación científica. Como tal, no lo podemos confirmar, pero tampoco refutar. Y lo debemos descartar (o simplemente olvidar) en el momento en que encontremos que es un principio estéril. Pero por el momento está obteniendo numerosos éxitos en la psicología fisiológica y en la neurociencia.

Observemos que la regla 3.1 es la tesis reduccionista *débil*, no la fuerte: defendemos una reducción (o definición o deducción) *parcial* de lo mental a lo neurofisiológico, no la eliminación de sus propiedades emergentes (cf. Bunge, 1977b, c). Por esto no sostenemos que una rata disfrute escuchando un cuarteto de Beethoven, o que lo que siente un ser humano cuando lo escucha sea distinto de lo que siente la rana al oír un canto nupcial. Sólo decimos que disfrutar con Beethoven es un proceso que ocurre en un sistema auditor humano que ha sido educado para enfrentarse a esa experiencia.

La reducibilidad (definibilidad o deductibilidad) parcial de los predicados mentalistas no implica que *cada* proposición del lenguaje ordinario que trate de sucesos mentales sea traducible sin más a una fórmula científica (quizás muy compleja). Ni que, *a fortiori*, toda proposición mentalista sea idéntica con alguna proposición neurofisiológica. Si así ocurriera entonces entre las explicaciones científicas de lo mental y las míticas sólo existiría una diferencia de grado. En resumen, el monismo psiconcursal genuino *no* afirma (a diferencia de la «teoría de la identidad» lingüística) que, dado un enunciado mentalista *m*, exista un enunciado neurofisiológico *n* tal que $m = n$.

Lo mejor que podemos hacer con las proposiciones mentalistas es eliminarlas de una vez o intentar perfeccionarlas, haciéndolas más claras y profundas. Por ejemplo, la frase «el alma sobrevive», que en algunas teologías tiene sentido, no tiene ninguno en nuestro marco de referencia, en el que *alma* no aparece mientras definamos la *mente* como un conjunto de procesos neurales. (Los conjuntos no están ni vivos ni muertos.) Y las proposiciones mentalistas del lenguaje ordi-

nario que podemos traducir a términos neurofisiológicos (por ejemplo, «su mente funciona», o «estoy teniendo una postsensación amarilla») sólo son traducibles aproximadamente. La traducción inversa, esto es, la traducción de proposiciones neurofisiológicas y psicofisiológicas a proposiciones del lenguaje ordinario (mentalista), es casi siempre imposible, como resulta obvio con solo mirar cualquier modelo matemático de los procesos mentales publicado en los últimos años.

Los diversos lenguajes empleados para describir los sucesos mentales (en particular, el mentalista, el conductista y el neurofisiológico) no se pueden traducir completamente entre sí. Esto es debido a que, salvo excepciones, sus oraciones no expresan las mismas proposiciones. Por ejemplo, «Ella está feliz», «Ella está sonriente» y «Su centro de placer está activo» son bastante distintas, aunque están relacionadas. De hecho su referente (ella) es el mismo, pero cada proposición describe un aspecto de un mismo proceso, por lo que los sentidos de las proposiciones son diferentes y, por tanto, no son equivalentes.

La falta de equivalencia de casi todas las proposiciones mentalistas y neurobiológicas no es obstáculo para que podamos tender puentes entre ellas. Toda la psicofísica es un intento de tender esos puentes; un ejemplo es la relación entre la intensidad del sonido y la sonoridad percibida. Las leyes psicofísicas son de forma «para todo x , si x es un animal de la especie K , entonces: si el estímulo físico p incide sobre x , entonces x siente el fenómeno mental m ». En ocasiones se podrá profundizar este tipo de generalizaciones si expresamos m en términos neurofisiológicos, como puede ser la frecuencia de excitación de un nervio.

La neurología también intenta tender puentes entre los estados mentales (y de conducta) manifestados por pacientes neurológicos en el lenguaje fenomenista (por ejemplo: «Tengo una migraña») o en el lenguaje que describe las disfunciones correspondientes del SNC. Algunas leyes de la neurología son de la forma: «Para todo x , si x es un ser humano, entonces: Si x se encuentra en la condición neurológica n , entonces x siente el fenómeno mental m ». Una vez más m agrupa aquí una serie de propiedades de algún(os) sistema(s) neural(es) que pueden coincidir, o no hacerlo, con el que posee la propiedad n .

Por último, señalemos que no hemos mencionado ninguno de los denominados «criterios de lo mental», como, por ejemplo, «Algo es un suceso mental si y sólo si puede ser descrito utilizando únicamente términos mentalistas - por ejemplo, "Me siento avergonzado cuando ella me mira acusadoramente"» (cf. Davidson, 1970). No necesitamos estos criterios del lenguaje ordinario; mejor dicho: no los queremos, porque meramente por su preferencia presuponen el mito de la autonomía de la mente, con lo que bloquean cualquier

investigación en busca de las «bases» neurales o «correlatos» de lo neural.

En cambio, son de utilidad los *indicadores* o *pruebas* conductuales y fisiológicos para averiguar qué es lo que ocurre en un sujeto y si realmente tiene las experiencias mentales que pretende tener. Entre los medios utilizados hasta ahora para «leer la mente» se encuentran exámenes, entrevistas, detectores de mentiras y electroencefalogramas; con estos procedimientos lo que se pretende es inferir (con incertidumbre) los estados mentales a partir de los procesos de conducta o fisiológicos. Estas pruebas no sólo no conllevan dualismo psicofísico, sino que tienden un puente sobre la brecha construida entre lo físico y lo mental por milenios de sentido común e ideología.

Hasta aquí nos hemos ocupado de formular los conceptos generales y básicos que nos permitirán establecer nuestra versión de la teoría psicobiológica de lo mental o mejor, marco de referencia de teorías de lo mental. A continuación pasaremos a examinar unos cuantos tipos característicos de procesos mentales.

CAPITULO 4

SENSACION Y PERCEPCION

I. SENSORES Y SENTIR

La percepción es uno de los sujetos favoritos de la especulación filosófica, especulación que, para bien o para mal, ha ejercido gran influencia sobre la teoría psicológica. En la psicología se mantienen vivas todavía dos concepciones filosóficas tradicionales. Una es el *innatismo*, doctrina que sostiene que los *inputs* sensoriales sólo pueden evocar esquemas mentales o imágenes preexistentes; la otra es el *empirismo*, doctrina que sostiene que la mente es inicialmente una *tabula rasa* sobre la que se van inscribiendo los *inputs* externos. Existen con toda seguridad concepciones de la percepción todavía más estrafalarias, por ejemplo, la pretensión de que el análisis lingüístico muestra que la percepción no es un estado ni un proceso (Ryle, 1954). Ignoraremos todas estas otras concepciones y propondremos una especie de síntesis del innatismo y del empirismo.

Lo primero que hay que señalar es que la percepción no es exactamente ni la sensación ni la detección. Sentimos frío, hambre o dolor, pero no percibimos ni el frío, ni el hambre ni el dolor. Tener sensaciones, sentir, es detectar de un modo inmediato: esto es lo que hacen los sensores. Percibir es, por el contrario, descifrar o reconocer un mensaje sensorial: es ver una mancha redonda *como* un balón, oír el pulular de una sirena *como* una señal de alarma, sentir el filo de una navaja de afeitar *como* un instrumento cortante. La sensación sólo necesita detectores o sensores; la percepción necesita, además, órganos que sean capaces de interpretar lo que ha sido sentido. Comencemos, pues, por los sensores y por su función específica: sentir.

Todas las cosas reaccionan a estímulos externos, pero unas reaccionan más selectivamente que otras. Las cosas que sólo reaccionan ante unos pocos estímulos decimos que los detectan. La detección consiste unas veces en filtrar los *inputs*, eliminando todos menos unos pocos, y otras en mezclar entidades de unos pocos tipos. El concepto general de reacción específica, o detección, queda dilucidado por medio de la

DEFINICIÓN 4.1. *Un sistema detecta cosas o acontecimientos de cierto tipo (o es un detector de ellos) si y sólo si no reacciona más que a ellos.*

Los organismos multicelulares tienen diversos detectores agrupados en sistemas denominados *sistemas selectivos* (también han sido llamados, erróneamente, *sistemas de reconocimiento*). Por ejemplo, el sistema inmunológico puede detectar gran variedad de moléculas gracias a que está compuesto de detectores (anticuerpos) de diversos tipos. El SNC puede detectar una enorme variedad de estados internos y externos. Esta detección es con frecuencia un proceso químico que se dispara cuando un estímulo (por ejemplo, una molécula o un fotón) afecta a un receptor químico asociado a determinado sistema sensorial (por ejemplo, al sistema olfativo o al del gusto). Estos receptores químicos, o sus componentes, admiten estímulos de determinados tipos e ignoran todos los demás: son selectivos. En particular, la detección química es del tipo llave-cerradura, es decir, el receptor sólo detecta ciertas moléculas, las que encajan con él (Fig. 4.1).

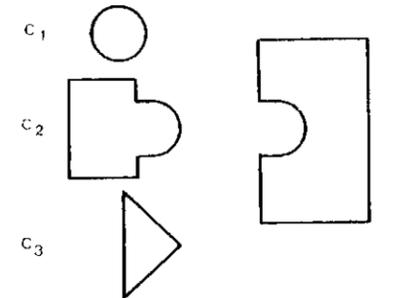


FIGURA 4.1. Receptor químico en un organismo. R detecta (se combina con) las señales C_1 , C_2 , pero no reacciona con (detecta) C_3 . El proceso de detección consiste en la formación de un complejo receptor-químicoefector que sea capaz de tener algún efecto sobre otras partes del organismo a través de señales nerviosas u hormonales.

Para los animales no basta con poseer detectores: deben ser capaces de hacer algo con respecto a los procesos que detectan —por ejemplo, escapar de ellos, neutralizarlos o, por el contrario, intentar que aumenten. Esto necesita que se efectúe una amplificación y transmisión de señales de modo uniforme, de modo que el SNC pueda «leer» sin ambigüedad las señales que le lleguen. De esto se encargan los neurosensores y los neurorreceptores. Un mamífero tiene miríadas de neurosensores: sensores para el movimiento, la presión, la temperatura, medida de la secreción, cambios de acidez, con-

tracciones musculares, novedades, etc. El concepto general es el siguiente:

DEFINICIÓN 4.2. *Un detector es un neurosensor (o neurorreceptor) si y sólo si es un sistema neural o está asociado directamente con un sistema neural.*

(El segundo término de la disyunción hace referencia a los sensores artificiales que pueden sustituir a los sensores naturales porque éstos se hayan perdido o hayan sido dañados.)

Ejemplo 1. El ojo de la rana tiene un detector que sólo responde a los movimientos de los insectos (Lettvin y otros, 1959).

Ejemplo 2. El córtex visual del gato (el del mono y probablemente también el del hombre) contiene neuronas que están especializadas en detectar líneas horizontales y otras cuya especialidad son las verticales (Hubel y Wiesel, 1959, 1962). Estos son los denominados *detectores de rasgos*.

En los animales superiores los neurosensores están agrupados formando sistemas, siendo la actividad o función específica de esos sistemas percibir. Por ejemplo, el sistema olfativo de los vertebrados superiores hace más que detectar olores: procesa las señales que provienen de éstos y las transforma en perceptos (Fig. 4.2). Esto nos sugiere la necesidad de la

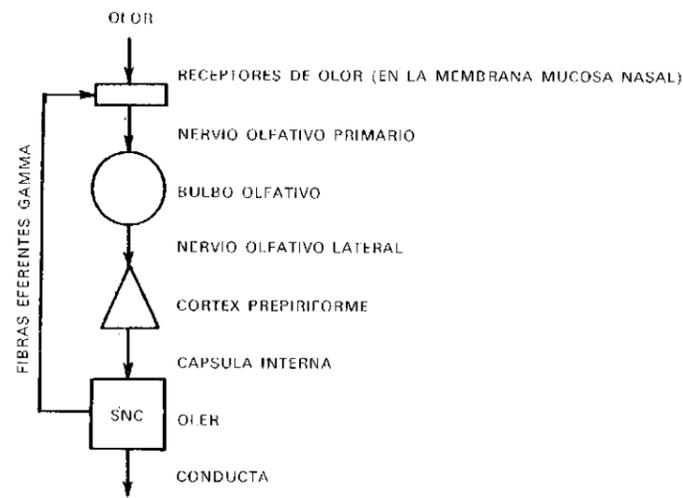


FIGURA 4.2. Organización a gran escala del proceso olfativo de los mamíferos. Los receptores de olor de los gatos tienen aproximadamente cien millones de neuronas. Observemos la distancia entre la recepción del olor y el olor (la percepción del olor). Observemos también la acción del SNC sobre los receptores.

DEFINICIÓN 4.3. *Un sistema sensorial de un animal es un subsistema de su sistema nervioso que está compuesto de neurosensores y de los sistemas neurales asociados con ellos.*

Los sistemas sensoriales de los vertebrados superiores son bastante complicados. Por lo pronto no funcionan convenientemente en ausencia de otros subsistemas del SNC, como el sistema motor. Por ejemplo, el ojo inmóvil es ciego: la visión requiere movimientos exploratorios activos del globo ocular. Por otro lado, los neurosensores no son sólo detectores de *inputs* ambientales, como las células fotoeléctricas y las termocuplas. Están bajo la acción constante del SNC por medio de fibras eferentes gamma (Fig. 4.2), de modo que su estado no sólo depende de la estimulación externa, sino también del estado (y la historia) del SNC. Esto explica porqué nunca percibimos el mismo estímulo dos veces exactamente de la misma manera. También muestra que cualquier modelo de la percepción construido imitando detectores puramente físicos o químicos, como las cámaras fotográficas, está condenado al fracaso.

Ahora ya estamos en condiciones de establecer la

DEFINICIÓN 4.4. *Una sensación (o proceso sensorial) es una actividad específica (proceso) de un sistema sensorial.*

Sentir calor o frío, hambre o saciedad, cansancio o vigor, es tener sensaciones sin percepciones. Igual que sentir dolor. Los estímulos dolorosos actúan sobre tres tipos de receptores: mecanorreceptores, receptores de temperatura y otros que detectan estímulos de los dos tipos. La información que recogen referente a los estímulos que actúan sobre ellos es transportada por las fibras C en el caso de dolor débil y poco localizado, y por las fibras A δ en el caso de dolor fuerte y bien localizado. (Existen fibras que están especializadas en transportar los impulsos de dolor. Pero el dolor también es el resultado de la excitación de fibras nerviosas de otros tipos.) Algunas de estas fibras llegan al nucleus gigantocellularis (en la formación reticular bulbar) y otras al asta dorsal de la médula espinal (ver, por ejemplo, Liebeskind y Paul, 1977). Entonces el dolor es (idéntico a) la activación de algunos sistemas neurales en el nucleus gigantocellularis o en el asta dorsal de la médula espinal. (En cualquier caso, el dolor se puede detener bloqueando las fibras aferentes. Este bloqueo se puede conseguir por medios externos (utilizando drogas analgésicas) o por el propio cerebro. La pituitaria y el mesencéfalo segregan endorfinas que bloquean las señales de dolor. Podría ser que la acupuntura estimulara los mecanismos de funciona-

miento de estos antidolorosos endógenos: ver Pomeranz y otros, 1977.) Por tanto, *el dolor se da siempre en el cerebro*, por más que esos procesos mentales nos «digan» dónde se origina (o solía originarse, como en el caso de dolores en miembros fantasmas).

El placer también se da en el cerebro, como demostraron Olds y Milner, 1954, en un experimento clásico. Descubrieron que el cerebro de los mamíferos contiene regiones cuya estimulación eléctrica es idéntica a las sensaciones agradables, y otras cuya estimulación es idéntica a las sensaciones dolorosas. (El sistema del placer es diferente del sistema del dolor; es decir, pueden ser estimulados independientemente. Por tanto, la búsqueda de la felicidad no es menos natural que el evitar el dolor.)

Lo que vale para las sensaciones específicas vale también para el humor del animal: también podemos manipular el humor de diversos modos —eléctricamente, químicamente (con drogas y hormonas) y conductivamente (gestos). Por ejemplo, la estimulación eléctrica de la región septal del cerebro puede cambiar la depresión en euforia, y el alcohol puede producir alegría o tristeza, dependiendo de la dosis y del estado inicial del cerebro. Por tanto, pretender que la alegría y la tristeza, el amor y el odio, la depresión y la euforia, no se pueden analizar científicamente, y que no es necesario que los comprendamos porque todos podemos sentirlos (Sacks, 1976), es oscurantismo.

Resumiendo, desde una perspectiva monista una sensación de algún tipo es una actividad específica de determinado sistema sensorial (es decir, es un subconjunto de su espacio de acontecimientos).

2. PERCEPCION

La percepción no es sólo la detección o reacción específica a los estímulos internos o externos. Recordemos que el ojo de la rana tenía «detectores de insectos» que reaccionaban exclusivamente ante los insectos en movimiento. Así, en el caso de la rana, «el ojo habla al cerebro en lenguaje que ya está altamente organizado e interpretado, en lugar de transmitir una copia más o menos exacta de la distribución de luz que se presenta en los receptores» (Lettvin y otros, 1959). Luego las señales que emiten los sensores han sido previamente procesadas en ellos para volver a ser posteriormente procesadas en el cerebro. Este procesamiento puede ser temporariamente e incluso permanentemente deficiente —como en la dislexia, cuando el paciente ve «cosa» y lee «caso» o «saco».

El grado de procesamiento sensorial o «interpretación» no sólo depende de la complejidad del mensaje sensorial, sino también de la estructura del cerebro, no sólo de la que por nacimiento poseemos, también de la organización adquirida a lo largo del desarrollo del animal

en su medio). El cerebro del primate tiene «áreas» corticales sensoriales extensas que se puede subdividir en tres partes: las «áreas» primaria, secundaria y terciaria. El área cortical sensorial primaria es la única que debemos considerar que es un componente del sistema sensorial correspondiente ya que su función (actividad, proceso) específico es sentir. Probablemente este área sólo sea plástica durante los primeros estadios del desarrollo. En el gato parece que a los tres meses de edad ya ha perdido la plasticidad (Hubel y Wiesel, 1962). Parece que a todo lo largo de la vida del animal las áreas corticales sensoriales secundaria y terciaria continúan siendo más o menos plásticas. Las llamaremos *sistemas neurales plásticos ligados directamente al sistema sensorial*.

La diferencia que existe entre las áreas sensoriales corticales primaria y las plásticas es una pista para averiguar la diferencia que existe entre la sensación y la percepción en los vertebrados superiores. Supondremos, con Hebb (1968), que mientras la sensación es la actividad específica de un sistema sensorial que se localiza en el área cortical sensorial primaria, la percepción es esa misma actividad junto con la actividad provocada por ella en los sistemas neurales plásticos con los que se relaciona directamente (Fig. 4.3).

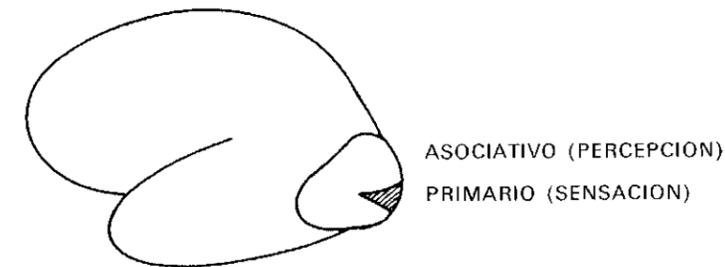


FIGURA 4.3. Diagrama esquemático de los sistemas visual primario y asociativo del hombre: el primero siente (detecta), el último percibe (interpreta) los estímulos visuales. Los dos se encuentran en el lóbulo occipital.

La figura 4.4 resume los siguientes aspectos de la percepción humana: a) el que percibe es un sistema neural localizado en una proyección sensorial secundaria del córtex cerebral; b) el funcionamiento de la unidad central de percepción está muy influido por alguna unidad motora (como demuestran los experimentos de Held y Hein, 1963), por unidades ideacionales y por entradas sensoriales de diversos tipos; c) la unidad de percepción central sólo la activa otras unidades asociadas con ella (por ejemplo, los sueños, alucina-

ciones, experiencias de miembros fantasmas, imágenes eidéticas, etc.); d) la percepción puede guiar el movimiento y la ideación. Atención: la unidad central de percepción puede ser itincrante, es decir, puede ser generada nuevamente en cada acto perceptual, como ya sospechó Bindra (1976).

Todo esto justifica que formulemos la

DEFINICIÓN 4.5.

- 1) Un percepto (o proceso perceptual) es una actividad (proceso) específico de un sistema sensorial y del (de los) sistema(s) neural(es) plástico(s) directamente asociado(s) con él.
- 2) Un sistema perceptual es un sistema neural que puede experimentar procesos perceptuales.

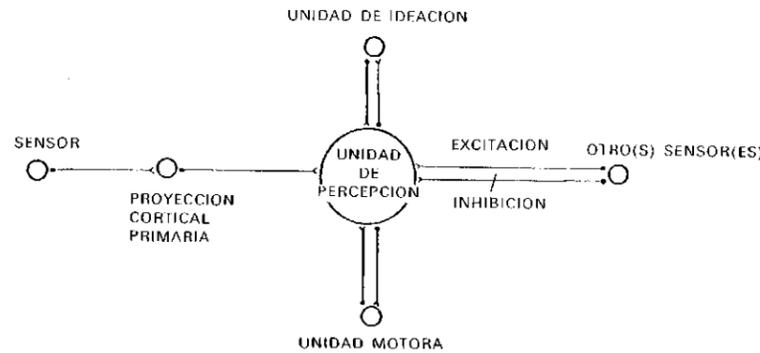


FIGURA 4.4. Esquema de un sistema perceptual; se trata de una modificación del de Bindra (1976), que a su vez era una modificación del de Hebb (1949).

Un animal anestesiado siente, pero no percibe: las señales sensoriales no llegan a las áreas sensoriales secundaria y terciaria porque ha sido desactivado el sistema excitador del tronco cerebral.

Suponemos, siguiendo a Bindra (1976), que mientras un sistema sensorial tiene una composición neuronal aproximadamente constante, el sistema perceptual correspondiente tiene una parte variable. Esto explica por qué el mismo estímulo puede activar percepciones distintas (como en el caso de la vieja y la chica o el cubo de Necker) y por qué estímulos distintos pueden dar pie a la misma percepción como en el caso del tamaño invariable (Fig. 4.5). Por decirlo de otro modo: dos perceptos de un animal son *equivalentes* si y sólo si los provoca (aproximadamente) la misma sensación y ponen en juego (aproximadamente) los mismos sistemas neurales plásticos. (Este problema ha sido tratado en la literatura psicológica con el nombre de *estímulos equivalentes*.)

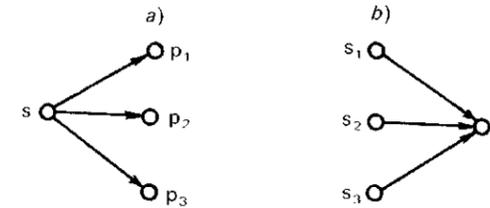


FIGURA 4.5. Sensación y percepción. a) La misma sensación provoca percepciones distintas, dependiendo cada una de éstas del sistema neural que haya sido activada. b) Sensaciones distintas dan pie a la misma percepción al activar el mismo sistema neural plástico.

Ahora bien, sentir es detectar procesos corporales, mientras que percibir es detectar e interpretar las señales que normalmente se originan en procesos que son externos al SNC. Por esto, ver una cosa *como* un pájaro, o sentir el ruido que hace *como* su canto son maneras de percibir la cosa (que, a fin de cuentas, puede que no sea un pájaro). Percibir es siempre percibir algo (mejor: acontecimientos que se presentan en una cosa) de cierto modo. El esquema es siempre: *el animal x en el estado y percibe el objeto z como w*. Por ejemplo, la princesa, cuando está borracha, percibe a la rana como un príncipe; o a la inversa. Resumiendo: percibir no es sólo copiar, también es construir (Neisser, 1967). Los ladrillos de estas construcciones perceptuales son las sensaciones, la memoria y las expectativas. Los estímulos externos son los referentes y los que disparan las percepciones más que sus causas.

La teoría causal de la percepción, según la cual las percepciones están completamente determinadas (causadas) por los objetos percibidos, no sólo ignora el hecho de que, por suerte, nosotros no percibimos la mayor parte de las cosas que nos rodean; también ignora la contribución esencial de los componentes plásticos de los sistemas perceptuales. Sin embargo, esta teoría (mejor: opinión) posee la razón en un aspecto importante: a saber: cuando sostiene la hipótesis de que la percepción de un objeto externo es la distorsión que provoca en la actividad que permanentemente mantiene un sistema perceptual. Las formalidades que introdujimos en el Cap. 3 nos permiten expresar esta idea de un modo algo más preciso mediante el

POSTULADO 4.1. Sea v un sistema perceptual de un animal b , y llamemos a $\pi_s(v, \tau) = \{F^s(t) | t \in \tau\}$ el proceso (o función) específico de que ocurre en v durante el período de tiempo τ cuando se encuentra en presencia de una cosa x externa a v ; llamemos $\pi_s^0(v, \tau)$ al proceso específico que se desarrolla en v durante el mismo período de tiempo cuando x no actúa sobre v . Entonces b percibe x como la diferencia simétrica existente entre los dos procesos. Es decir, la percepción que b tiene de x durante el período τ es el proceso

$$p(x, \tau) = \pi_s(v, \tau) \Delta \pi_s^0(v, \tau).$$

(La diferencia simétrica entre los conjuntos A y B es $A \Delta B = A - B \cup B - A$.)

Según la definición 4.5 la percepción no exige la presencia de una cosa externa que es percibida: por tanto, incluye la percepción normal y las alucinaciones. En cambio, el axioma anterior se limita a situaciones en las que existen cosas externas al sistema perceptual de que se trate (no es necesario que sean externas al animal como totalidad). Nuestro postulado tiene en cuenta la naturaleza activa y creativa de la percepción, y, por tanto, también el hecho de que un mismo sistema perceptual que se encuentre en estados diferentes percibirá el mismo objeto de modo diferente. (En particular una misma persona percibirá el medio de un modo diferente en estadios diferentes de su desarrollo. No hay más que recordar qué grandes nos parecen las cosas en la infancia.) Nuestro postulado está claramente en desacuerdo con la doctrina de la aprehensión directa que sostienen los empiristas y los intuicionistas (sobre todo, los teóricos de la psicología de la forma). Pero concuerda con la neurofisiología de la percepción al uso. Los estímulos externos e internos no ponen en funcionamiento el SNC sino que modulan o controlan su actividad incesante. Es decir, el medio se ocupa mucho más de aumentar o disminuir (y, de un modo general, de controlar) la actividad del SNC que de causarla.

Si la concepción psicobiológica de la percepción que acabamos de exponer es cierta, entonces puede existir percepción sin estímulo externo — como en el sueño y la alucinación —, pero no sin un sistema perceptual. Dicho de otro modo: si tenemos razón, entonces no existe percepción extrasensorial (PES), y a la inversa. Y si no hay PES (clarividencia, telepatía, preconocimiento y similares) entonces la parapsicología es una ilusión. (Ver Hansel, 1980.) Lo que aún no ha sido explicado no son los hechos aducidos en favor de la PES, sino la credibilidad de que gozan los parapsicólogos; pero ésta es una tarea de la que se debe ocupar la psicología social (Alcock, 1981).

3. INTERLUDIO: DING AN SICH VERSUS DING FUR UNS

El postulado 4.1 destaca la diferencia existente entre la *cosa en sí* y la *cosa para nosotros*, es decir, entre el objeto autónomo y la percepción (o concepción) que tenemos de él. Consideremos el ejemplo tan caro a los filósofos como frecuentemente mal entendido del planeta Venus y la visión que de él tenemos por la mañana (Estrella Matutina o EM) y en el crepúsculo (Estrella Vespertina o EV). Algunos filósofos han sostenido que, puesto que es una única cosa la que vemos, Venus, entonces $EM = EV$. Esta manera de proceder elimina la experiencia subjetiva y, en particular, los fenómenos, por

lo que parece muy científica. Pero la ciencia se queda en parcial cuando no puede situar convenientemente a la subjetividad, es decir, a nosotros.

La Estrella Matutina es Venus *según le vemos* por la mañana, es decir, cuando el mundo parece joven. La Estrella Vespertina es Venus según le vemos al ponerse el sol, cuando el mundo parece viejo. Una y la misma, *Ding an sich*, esto es, Venus, la percibimos de un modo diferente, por tanto, existen dos objetos fenoménicos distintos (Fig. 4.6).

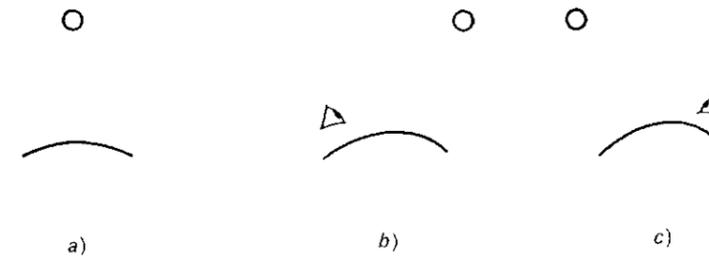


FIGURA 4.6. El objeto físico a) y dos aprehensiones fenoménicas de él: b) y c).

La visión del planeta por la mañana, a través de una atmósfera clara y con los ojos descansados no es la misma visión del final del día, a través de una atmósfera contaminada y con ojos cansados — y ninguna de las dos es idéntica a Venus, que apenas ha cambiado, en el intervalo entre ambas miradas. La visión que tenemos de Venus es idéntica a la excitación simultánea de algunas neuronas del área visual del córtex como consecuencia de la llegada de *inputs* que han sido transmitidos por el nervio óptico y cuyo origen estaba en la retina (Milner, 1974). Como los *inputs* difieren entre un caso y otro, no es ningún milagro que $EM \neq EV$. Y como la visión es un proceso neural, no físico, ni EM ni EV son el mismo que Venus.

La moraleja que la gnosología ha de extraer de la historia anterior está clara: aunque la percepción proporciona información sobre la realidad, sólo nos muestra su piel, es decir, su apariencia — o realidad en cuanto percibida. Distinguir entre el objeto (cosa en sí misma) y el sujeto (sujeto percipiente) exige un proceso cerebral de otro tipo; en este caso se trata de elaborar hipótesis acerca de las cosas en sí mismas. Y la moraleja que la psicología ha de extraer de esta moraleja es igualmente obvia: aunque percibir incluye construir (no es un mero recordar pasivo), no es lo mismo que elaborar conjeturas. Por tanto, la concepción según la cual percibir es hipotetizar o inferir tácitamente (Gregory, 1970) es atractiva, pero debe ser falsa.

Lo que probablemente sea verdad es que la percepción es creativa y está influida por las hipótesis, y a la inversa (como era de esperar dada la naturaleza sistémica del cerebro).

La tesis realista (no fenomenista), de que la apariencia es sólo una parte de la realidad, la podemos resumir en el

POSTULADO 4.2. Sea Φ la totalidad de los hechos posibles que se pueden dar en un animal b y en su medio a lo largo de su vida; y sea Ψ la totalidad de los perceptos posibles de b (o mundo fenoménico de b) a lo largo del mismo periodo. Entonces Ψ está incluido propiamente en Φ .

Este supuesto sugiere las dos reglas siguientes:

REGLA 4.1. Todas las ciencias han de investigar hechos reales posibles y explicarán los fenómenos (apariencias) en términos de ellos mejor que con cualquier otro procedimiento.

REGLA 4.2. Una ontología y una epistemología orientadas científicamente deben centrarse en la realidad, no en las apariencias.

Las filosofías fenomenistas de Richard Avenarius (1888-1890), Ernst Mach (1886), Bertrand Russell (1914), Alfred North Whitehead (1919), Rudolf Carnap (1927) y Nelson Goodman (1951) violan ambas reglas por lo que están en desacuerdo con el enfoque de la ciencia. Y los filósofos que, como Thomas Nagel (1974) y casi todos los psicólogos filosóficos británicos, niegan que exista ninguna posibilidad real de proporcionar una explicación neurofisiológica de los aspectos fenomenológicos de la experiencia humana, no hacen nada para ayudar a la psicología fisiológica a conseguir ese objetivo, es decir, para explicar lo que se le aparece a un sujeto en términos tanto del estado de su SNC como de los procesos que se dan en su medio inmediato.

4. MAPAS PERCEPTUALES

¿Qué percibimos y cómo? La respuesta de un realista ingenuo será: percibimos las cosas como son. Consideremos, sin embargo, el universo homogéneo y sin acontecimientos de Parménides. Un observador sería incapaz de percibir en él ninguna cosa porque no habría nada que le permitiera distinguir unas cosas de otras y porque no habría nada que se moviera. Sería incapaz de ver porque sólo se pueden ver las cosas que despiden fotones; no oiría nada porque las únicas que pueden generar ondas de sonido son las cosas que se mueven; y tampoco tendría sensaciones táctiles porque tocar es perturbar y ser perturbado. El propio observador debe poder

cambiar porque la percepción es un proceso que se da en un animal dotado de sistemas perceptuales.

Nosotros no percibimos cosas, sino sucesos. Y tampoco percibimos todos los sucesos que nos afectan; sólo unos pocos de ellos: la luz que refleja esta página y que llega a nuestra retina, la bocina del coche que genera ondas sonoras que alcanzan nuestro tímpano, el perro que nos lame la mano, etc. Todo lo que percibimos es un suceso o una secuencia de sucesos; y no se trata de cualquier suceso, sino de alguno cuyo origen se encuentra en un neurosensor o que actúa sobre él, pero que, en cualquier caso, pertenece a nuestro espacio de acontecimientos (o conjunto de sucesos que acontecen en nosotros). Nuestras percepciones son, a su vez, sucesos en la parte plástica de nuestro córtex sensorial.

Dicho de otro modo: la respuesta que damos a la pregunta «¿Qué percibe el animal b ?» es «El animal b percibe sucesos en el espacio de acontecimientos $E(b)$ ». $E(b)$ está incluido en $S(b) \times S(b)$, esto es, en el conjunto de pares ordenados que constituye el conjunto de los estados posibles de b . (Ver Bunge, 1977a ó 1977b.) La pregunta consiguiente, «¿Cómo percibe el animal b los sucesos de $E(b)$?» la respondemos, muy rápidamente, del modo siguiente: «El animal b aplica [mapea] los sucesos de $E(b)$ sobre los sucesos de algún subsistema de su propio sistema perceptual c (por ejemplo, del córtex sensorial); es decir, los aplica en $E(c)$ ». Indudablemente esta aplicación no es la proyección simple que imaginaron Kepler y Descartes: es parcial, distorsionada y variable. Más aún, es una función [mapa], es decir, una representación de ciertos conjuntos (de sucesos) en otro conjunto (de sucesos).

En realidad, en los mamíferos existen dos tipos de aplicaciones [mapas] perceptuales: los mapas somatosensorial y motor (o esquemas corporales) por un lado, y los mapas del mundo externo, por el otro. Los primeros representan en el córtex los sucesos que se verifican en los miembros, en la piel y en las otras partes del cuerpo. Son los famosos *homúnculos* (hombrecitos) sensorial y motor que se suelen representar tendidos sobre el córtex sensoriomotor (cf. Penfield y Rasmussen, 1950). Seguramente estos mapas no son simples: puntos que en el cuerpo pueden estar muy cerca pueden tener imágenes corticales distantes, y a la inversa; mientras amplias áreas del cuerpo tienen en el córtex una representación muy pequeña, otras áreas pequeñas (por ejemplo, los pulgares) se proyectan en amplias áreas corticales. Lo más importante es, sin embargo, que cada conjunto de puntos del cuerpo (y no cada punto) posee una única imagen en el córtex sensorio-motor. Igualmente los acontecimientos externos que activan los neurosensores se representan [mapean] en el córtex sensorial, y quizás en algún otro lugar del cerebro. (Ver O'Keefe y Nadel, 1978, donde se enuncia la hipótesis de que la localización de los mapas espaciales es el hipocampo.)

El supuesto que adoptaremos para establecer la representación o proyección de los sucesos corporales en el córtex lo podemos dilucidar con la ayuda del concepto matemático de función: y lo haremos con el concepto general de función, no con el más específico de función que preserva la proximidad o mapa (aplicación utilizada en geografía). Podemos dejarlo claro por medio del

POSTULADO 4.3. *Sea b un animal dotado de un sistema perceptual c , y sea $S(b)$ el espacio de estados de b y $S(c)$ el de c . Sea, además, $E(b) \subset S(b) \times S(b)$ el espacio de sucesos del animal, y $E(c) \subset S(c) \times S(c)$ su espacio de sucesos perceptuales. Entonces existe un conjunto de funciones del conjunto de los sucesos corporales al conjunto de los sucesos perceptuales. Cada uno de esos mapas, denominado esquema corporal, depende del tipo de sucesos corporales tanto como del estado en que se encuentra el animal. Es decir, la forma general de cada mapa corporal es*

$$m: S(b) \times 2^{E(b)} \rightarrow 2^{E(c)}$$

siendo 2^S el conjunto potencia, o conjunto de todos los subconjuntos, de S .

Este supuesto no especifica los esquemas corporales; no dice siquiera cuántos hay. Dejamos estas tareas a la psicobiología. Nosotros nos limitamos a recalcar que los mapas corporales no preservan la proximidad, menos aún las distancias. (Werner, 1970, supone, en cambio, que un mapa somatosensorial es una transformación topológica continua.)

A primera vista puede parecer que las experiencias de miembros fantasmas refutan el postulado. Pero no lo hacen, porque los esquemas corporales se aprenden. Como antes de la amputación los sucesos que se dan en el miembro se proyectaban en ciertos sucesos del córtex, después de la operación, los sucesos que se dan en el muñón siguen siendo representados por los mismos sucesos del córtex; la imagen del cuerpo es sorprendentemente constante una vez aprendida. En la Sec. 4 trataremos más sobre este tema.

DEFINICIÓN 4.6. *Sea b un animal y $S(b)$, $E(b)$ y $E(c)$ sus correspondientes espacio de estados, espacio de sucesos corporales y espacio de sucesos perceptuales respectivamente. Entonces, cuando b se encuentra en el estado $s \in S(b)$, b siente los sucesos de la colección $x \in 2^{E(b)}$ si y sólo si b tiene un esquema corporal m tal que $m(s, x) \in 2^{E(c)}$ (es decir, si existe una proyección de aquellos sucesos en c , el córtex de b). De no ser así decimos que b no es sensible a x .*

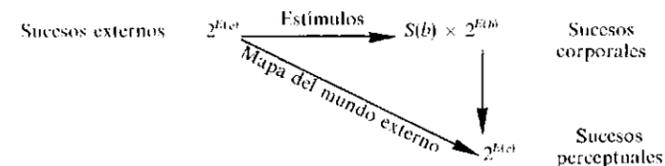
Observemos que los animales pueden perder los sensores adecuados o los pueden tener, pero no conectados adecuadamente al córtex sensorial. Por ejemplo, los hombres no pueden detectar campos magnéticos o el ángulo de polarización de la luz polarizada. Los hombres que tienen lesiones en el área visual cortical no son capaces de ver algunas cosas que se presenten en sus áreas visuales e incluso pueden ser completamente ciegos.

Los mapas del mundo externo son semejantes a los esquemas corporales. Sólo que en este caso los sucesos corporales han sido causados por sucesos externos, y los mapas son mucho más numerosos que en el caso de los esquemas corporales. Por ejemplo, parece que existen por lo menos una docena, quizás más, de mapas visuales, cada uno de los cuales representa un aspecto — forma, color, movimiento, etc. Nuestra hipótesis es el

POSTULADO 4.4. *Sea $E(c)$ un conjunto de sucesos del medio e de un animal b dotado con un sistema perceptual c . Sean, además, $E(b) \subset S(b) \times S(b)$ el espacio de sucesos del animal y $E(c) \subset S(c) \times S(c)$ su espacio de sucesos perceptuales. Entonces existe un conjunto k de mapas parciales de conjuntos de sucesos externos pertenecientes a $E(c)$ a los pares ordenados (estado de b , conjunto de sucesos corporales de b), y otro conjunto p de mapas parciales de este último conjunto a los conjuntos de sucesos perceptuales. Además los dos conjuntos de mapas son igualmente numerosos, y cada mapa k se compone con un mapa p para formar un mapa del mundo externo de b en e , al que representamos por v . Es decir,*

$$v: 2^{E(c)} \xrightarrow{k} S(b) \times 2^{E(b)} \xrightarrow{p} 2^{E(c)}$$

El siguiente diagrama conmutativo representa esta aplicación:



Los mapas del mundo externo son aprendidos en gran medida, si no totalmente. Lo que es seguro es que una vez que han sido aprendidos, y si no se presentan lesiones cerebrales, ayudan a dirigir la conducta, sobre todo el movimiento.

DEFINICIÓN 4.7. *Sea b un animal cuyo sistema perceptual es c y que se encuentra en un medio e . Llamamos $S(b)$ al espacio de estados de b y $E(c)$ al espacio de sucesos de e . Entonces cuando b se encuentra en el estado $s \in S(b)$, percibe los sucesos externos en $x \in 2^{E(c)}$ si [éstos causan sucesos corporales que a su vez son proyectados sobre el córtex sensorial c , esto es si] $k(x) \rightarrow \langle s, y \rangle$ con $y \in 2^{E(b)}$ y a su vez $p(s, y) \in 2^{E(c)}$. Si no ocurre esto los sucesos de x son imperceptibles para b cuando se encuentra en el estado s [es decir, los sucesos imperceptibles o no causan ningún suceso corporal o los causan, pero no son proyectados en el sistema perceptual].*

Observemos que, al igual que en el caso de los esquemas corporales, los mapas del mundo externo no son correspondencias punto a punto, sino conjunto a conjunto. Además recalcamos que existe un atlas completo de mapas perceptuales, uno para cada mo-

alidad sensorial. Dicho de otro modo: existen varios espacios perceptuales (el visual, el auditivo, el táctil, etc.), cada uno de los cuales tiene probablemente una topología propia. Pero estos diversos mapas del mundo externo se encuentran relacionados. El marco psicobiológico puede dar cuenta, al menos en principio y sin mayor dificultad, de la integración de las diversas modalidades perceptuales. Podemos suponer que consiste en la activación simultánea de dos o más sistemas perceptuales. Podemos conseguir esto proporcionando datos sensoriales a receptores de dos o más tipos o proporcionándoselos sólo a un receptor, y activando los demás sistemas perceptuales por medio de sistemas neurales asociados. Por ejemplo, una percepción total (o a través de todos los modelos) de una mano familiar la podemos conseguir con sólo una percepción táctil, ya que los receptores táctiles se encargan de activar todos los demás. Integraciones de este tipo, en las que tiene un lugar importante el giro angular, se aprenden. (Recordemos las observaciones sobre la percepción de las personas ciegas de nacimiento y que adquieren la visión después de haber educado su sistema táctil.)

El organismo no aprende sólo a integrar las actividades de sus diversos sistemas perceptuales, es decir, sus diversas modalidades de percepción, sino que también aprende a percibir con cada una de ellas. En particular, los vertebrados jóvenes aprenden a tocar, oír, oler y ver. También aquí nos puede enseñar algo el punto de vista psicobiológico, cosa que no puede hacer el dualista. Desde un punto de vista neurobiológico aprender a percibir es un proceso de organización de las conexiones sinápticas del córtex sensorial. Este proceso de desarrollo no está detalladamente determinado por la herencia genética sino que se encuentra a disposición de la experiencia hasta tal punto que un animal privado de experiencias sensoriales de cierto tipo durante su juventud nunca será capaz de sentir o percibir con ese sentido. (Experimentos pioneros se pueden encontrar en Hubel y Wiesel, 1962; Wiesel y Hubel, 1965. Modelos matemáticos se pueden encontrar en Wilson y Cowan, 1973; Malsburg, 1973; Pérez y otros, 1975; Nass y Cooper, 1975; Metzler, 1977.)

5. ADAPTACION VISUAL Y RECONOCIMIENTO DE MODELOS

El postulado 4.4 es de naturaleza programática porque no define con precisión el mapa del mundo externo de un animal. Para desarrollar este programa existen diversos procedimientos. Uno de ellos es suponer que el mapa es una representación conforme (Schwartz, 1977) que presupone que el área visual es una lámina bidimensional. Esta propuesta tiene dos rasgos atractivos. Uno es que las representaciones conformes conservan el ángulo, una inva-

rianza que es necesaria para reconocer la forma. Otro aspecto interesante de esta hipótesis es que da cuenta del fenómeno de la constancia de tamaños, hecho del que también puede dar cuenta una acción del sistema táctil sobre el sistema visual.

El trabajo de Cowan y Wilson (Cowan, 1976) sobre la adaptación visual es otro ensayo de llevar a cabo este programa de un modo más profundo y, por tanto, más arriesgado. Consideremos un sujeto que mira una figura y supongamos que el espacio de sucesos corticales y el espacio de sucesos del campo perceptual (es decir, el conjunto de sucesos que puede ver el sujeto) los representamos sobre espacios métricos. Dicho de otro modo, asignamos una coordenada a cada suceso (o conjunto de sucesos). Sea X un punto (o región) del córtex visual del sujeto y X' un punto de su campo visual. Entonces la respuesta del córtex a una luz externa dependerá de la excitación e inhibición tanto como del propio estímulo. Inmediatamente surgen dos modelos sencillos. En el primero la respuesta es proporcional al exceso de excitación sobre la inhibición; en el segundo la inhibición queda modificada por la propia respuesta. (Es decir, el primero es un modelo de *feedforward* mientras que el segundo es de *feedback*.) En el primer caso la respuesta $r(X)$ en el punto X a un estímulo de luz en el punto X' es

$$r(X) = k_e(X - X') - k_i(X - X'),$$

donde k_e (excitación) y k_i (inhibición) son funciones con valores reales y $X - X'$ la distancia entre el estímulo (un suceso) y la respuesta (el suceso que percibimos como tal). La respuesta a un estímulo luminoso arbitrario extendido por todo el campo visual del sujeto con intensidad $s(X')$ en el punto X' , la obtenemos sumando la excitación y la inhibición ponderadas:

$$r(X) = \int dX' s(X') k_e(X - X') - \int dX' s(X') k_i(X - X')$$

Modelo 1

El segundo modelo lo podemos obtener como una corrección del anterior que tiene en cuenta que la inhibición sólo se da cerca de los puntos que están excitados. (Esta es la hipótesis de inhibición lateral, que ha sido confirmada numerosas veces. Digamos de paso que la inhibición lateral parece peculiar del tejido nervioso.) Además, la contribución de la inhibición es mayor cuanto mayor es la propia respuesta. Por tanto, la segunda aparición del estímulo en la ecuación anterior debemos reemplazarla por la respuesta, lo que nos lleva a la ecuación integral

$$r(X) = \int dX' s(X') k_e(X - X') - \int dX' r(X') k_i(X - X')$$

Modelo 2

Estas son las dos hipótesis que enlazan la respuesta fisiológica al estímulo, la excitación y la inhibición. Ambas las formulamos en términos neurofisiológicos. Por otra parte, los resultados experimentales los hemos formulado con diversas terminologías que resultan, finalmente, ser las transformadas de Fourier de las primeras funciones. Obtengamos entonces las transformadas de Fourier de las ecuaciones anteriores con ayuda del teorema de convolución. Los resultados, utilizando símbolos obvios, son

$$\text{Modelo 1} \quad R(k) = [K_e(k) - K_i(k)]S(k)$$

$$\text{y} \quad R(k) = K_e(k)S(k) - K_i(k)R(k), \quad \text{por tanto}$$

$$\text{Modelo 2} \quad R(k) = \frac{K_e(k)S(k)}{1 + K_i(k)}$$

En estas fórmulas k es la frecuencia espacial (en ciclos por grado de ángulo visual), el estímulo $S(k)$ queda a discreción del experimentador, y la respuesta $R(k)$ (dada en picos por segundo) la podemos medir con ayuda de microelectrodos. Los resultados experimentales son aparentemente favorables al Modelo 2.

Sea o no sea verdadero alguno de los modelos anteriores, lo importante es que existen los mapas y que los podemos investigar matemática y experimentalmente. Por tanto, el córtex sensorial es una especie de pantalla. Además, el mapa cerebral de un trozo de la realidad no sólo representa algunos sucesos que ocurren en torno nuestro, sino también algunas de sus relaciones mutuas, es decir, una parte de la estructura de la realidad.

En particular, la percepción nos dice algo acerca de la estructura espacio temporal de la apariencia. Pero, por supuesto, las apariencias son falaces. Por ejemplo, los rayos y los truenos. *A fortiori*, los intervalos de tiempo percibidos diferirán, en general, de los lapsos de tiempo físico: los relojes biológicos son menos dignos de confianza que los relojes físicos. Podemos comparar ambos, utilizando la función duración t_f que hemos introducido en otro lugar, del modo siguiente (Bunge, 1977a, Def. 6.15). Sea f un reloj y x una cosa —posiblemente x sea el propio f —, y sea $E(x)$ el espacio de sucesos correspondiente. Entonces la duración métrica es una aplicación t_f de los sucesos en los números reales que satisface ciertas condiciones. Si comparamos el tiempo físico con el psicológico utilizamos dos especializaciones de esta función:

$$t_f: E(x) \times U_t \rightarrow \mathbb{R}, \quad \text{y} \quad t_a: E(a) \times U_t \rightarrow \mathbb{R},$$

donde f denota un reloj físico y a un animal, siendo U_t el conjunto de unidades de tiempo. El conjunto $E(x)$ es un conjunto de sucesos públicos, algunos de los cuales los puede percibir el animal; incluye el conjunto $E(a)$ de todos los sucesos privados que se dan en el cerebro del animal. Podemos definir la discrepancia relativa entre el tiempo físico y el psicológico para cada suceso $x \in E(a)$, en una unidad de tiempo $u \in U_t$ fija, como

$$\delta(t_f, t_a) = |t_f(x, u) - t_a(x, u)| / t_f(x, u).$$

Esta cantidad dependerá, a su vez, de algunas variables neurofisiológicas. Con lo cual desaparece todo el misterio que había en la sugerente, aunque oscura, distinción establecida por Bergson entre tiempo físico y tiempo psicológico. También ilumina los experimentos sobre la percepción del tiempo, sobre todo demostrando que la privación sensorial incrementa, como también hacen algunas drogas, la discrepancia entre la duración percibida y la duración medida por un reloj, y que el tiempo de espera percibido es proporcional al cuadrado de la duración medida con un reloj.

Otro asunto que se aclara desde una perspectiva monista es el reconocimiento de pautas. El concepto de pauta que aparece en los estudios de reconocimiento de pautas, sean de psicología o de inteligencia artificial, es el concepto bastante especial de pauta espacial u ordenación regular de las cosas perceptibles y sucesos en el espacio (ejemplos son las ondas de un estanque, las baldosas en el suelo y las letras en los libros). Podemos dilucidar este concepto de pauta espacial del modo siguiente. Sea E un conjunto no vacío de sucesos y R un conjunto de relaciones espaciales definidas en E . Entonces $\mathcal{E} = \langle E, R \rangle$ es una *pauta espacial*. Diremos que un animal puede *reconocer* un modelo espacial siempre que pueda percibir los sucesos que se dan en él con sus propias relaciones, es decir, si es capaz de aplicar la pauta en su propio córtex sensorial. más precisamente, utilizando las nociones que dimos en Postulado 4.4, enunciamos la

DEFINICIÓN 4.8. Sea $\mathcal{E} = \langle 2^{b(c)}, R \rangle$ una pauta espacial de sucesos de las proximidades de un organismo b y sea $E(c)$ el espacio de sucesos perceptuales de b . Entonces decimos que b puede reconocer \mathcal{E} si y sólo si, cuando se encuentra en algún estado, b marca homomórficamente a \mathcal{E} sobre una pauta neural $\mathcal{A} = \langle 2^{h(c)}, S \rangle$, donde S es una colección de relaciones (no necesariamente espaciales) entre sucesos corticales de b .

Por ejemplo, si R_i está en R , entonces existe una relación S_i en S tal que para conjuntos cualesquiera x e y de sucesos externos,

$$h[R_i(x, y)] = S_i[h(x), h(y)]$$

donde h es el homomorfismo que representa las pautas externas como pautas neurales.

6. PERCEPCION ANORMAL

Para los que no son científicos las alucinaciones son travesuras de una mente autónoma, para los psicobiólogos son procesos cerebrales, quizás raros, pero que no se encuentran fuera de lo posible. Podemos inducir artificialmente algunas de ellas utilizando drogas neuroactivas (por ejemplo, LSD y alcohol), del mismo modo que otras drogas pueden eliminarlas (por ejemplo, la torazina). Estas alucinaciones provocadas por drogas poseen un contenido que entre los individuos de una misma cultura es notablemente constante. Por ejemplo, casi todas las formas que se ven en las primeras horas posteriores a la ingestión de la droga son túneles reticulares. Y todos los indios huicholes mejicanos parece ser que perciben aproximadamente los mismos esquemas geométricos cuando se encuentran bajo la influencia del peyote (esos esquemas son precisamente los que reproducen en sus tejidos: Siegel y West, 1975). Por tanto, no existe duda acerca de que existen drogas psicotrópicas que, al cambiar el metabolismo cerebral y la actividad de los neurotransmisores, provocan distorsiones (que no son completamente azarosas) en los procesos perceptivos. (En Ermentraut y Cowan, 1979, se puede encontrar una teoría matemática de las pautas de alucinaciones visuales.)

Pero las alucinaciones también pueden darse, por supuesto, sin esos cambios metabólicos. Las más corrientes son los postefectos, como las postsensaciones y las ilusiones de peso. Consideremos el experimento clásico de J. J. Gibson (1933) esquematizado en la figura 4.7. Una explicación de esta ilusión la atribuye a la habituación o fatiga de los neurosensores que detectan las líneas inclinadas (Blakemore y Campbell, 1969). Si se desea se puede decir que esto es una disfunción del sistema perceptual; pero lo que es indudable es que se trata de un proceso perfectamente legal aunque su resultado pueda ser una representación errónea de las cosas.

Podríamos explicar de un modo similar la percepción de figuras ambiguas, como el cubo de Necker, el dibujo del vaso-perfil, y los desconcertantes grabados de Escher. Pasamos de una percepción a otra tan pronto como las neuronas que se encargan de una de ellas se han habituado (fatigado). Esta parece una explicación más plausible que la explicación según la cual se trata de un fenómeno racional, una mera oscilación entre dos hipótesis igualmente plausibles (Gregory, 1973). Sin embargo, para decidir entre las dos deberíamos ser capaces de producir esos saltos gestálticos en primates sub-humanos y de comprobar la actividad de sus neuronas corticales

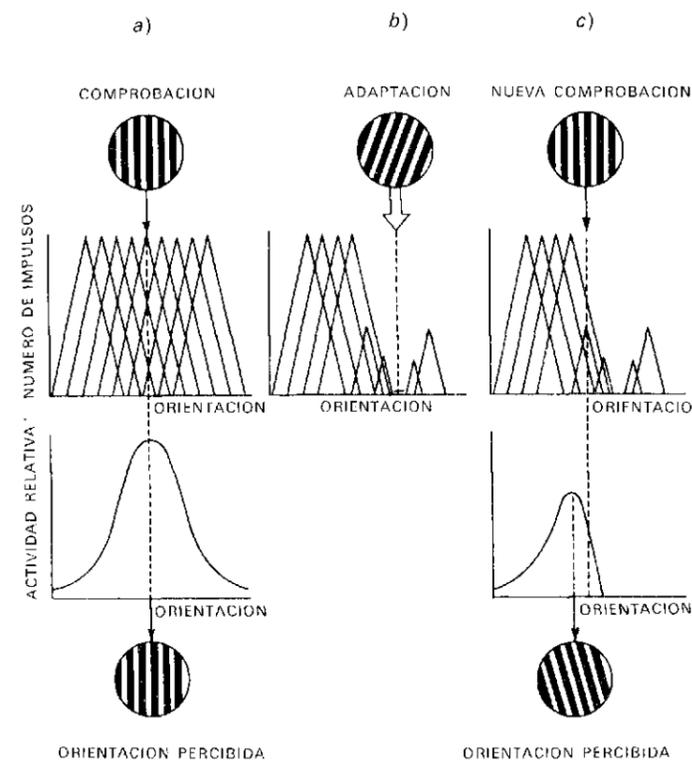


FIGURA 4.7. Ilusión de Gibson. a) Percepción normal del rayado vertical. b) Habitua-ción («adaptación») al rayado inclinado. c) Ilusión: cuando la vista salta de b a c, las líneas verticales parecen inclinadas en la dirección opuesta. La ilusión probablemente esté producida por la fatiga de las neuronas expuestas durante aproximadamente un minuto al mismo estímulo b. (Tomado de Blakemore, 1973.)

visuales. Pero esto parece bastante difícil de conseguir debido a limitaciones técnicas.

Otras ilusiones, como la del peso dependiente del tamaño (por la que percibimos las cosas más grandes como si fueran más pesadas, aunque realmente sean más ligeras), pueden requerir explicaciones distintas. Probablemente algunas ilusiones incluyan sistemas ideacio-nales que producen una expectativa (basada en la experiencia) que distorsiona la percepción. A veces atribuimos estas distorsiones a una estrategia errónea (o *software*) en lugar de atribuírselo a un sistema neural erróneo (Gregory, 1973). Sin embargo, estas expectativas equivocadas e inferencias erróneas deben ser explicadas, en última ins-

tancia, como procesos neurales, con lo que la distinción existente entre función imperfecta y estrategia no es más dicotomía de lo que lo pueda ser la distinción existente en los animales entre *hardware* y *software*.

Una ilusión que ha atraído a los filósofos de la mente es la experiencia de miembros fantasmas. Existen varias explicaciones neurofisiológicas posibles de este fenómeno, siendo varias de ellas mutuamente compatibles. Una es que dicha experiencia debe ser aprendida debido a que no se da antes de los cuatro años. Y si es así, puede consistir en la activación del área de la representación somatotópica cortical que habitualmente procesaba las señales provenientes del miembro amputado. Otra explicación posible es que aunque después de la amputación no haya *inputs* sensoriales provenientes de los lugares periféricos de los que habitualmente procedían, puede llegar la misma excitación, siendo su origen una excitación espontánea de las neuronas (Hebb, 1968). Una tercera explicación sería que el nervio termina en el muñón, y como no es un receptor primario puesto que es un mero trasmisor, sólo puede transmitir mensajes de ciertos tipos (por ejemplo, «Dolor en el dedo gordo derecho») independientemente de cómo haya sido estimulado. Otra explicación es que se trata de un fenómeno proyectivo, como cuando sentimos lo que hay al final del lápiz como ocurriendo allí y no en las puntas de nuestros dedos (Pribram, 1971). Sea cual sea la explicación correcta, nos dirá lo que ocurre en el SNC del paciente que padece la experiencia del miembro fantasma, no lo que está pasando «por su mente».

¿Qué tenemos que decir acerca de las experiencias extracorpóreas que han experimentado individuos que han ingerido «trípis» de LSD o que han estado a las puertas de la muerte? ¿Sirven para demostrar la existencia de vida después de la muerte? ¿Demuestran que se puedan separar la mente y el cuerpo y ver realmente lo que hay al otro lado? Las experiencias exosomáticas son reales, pero la explicación que de ellas dan los animistas son incorrectas debido a que sin el sistema visual no podemos ver. Si pudiéramos ver sin este sistema no tendría tanto valor como le damos y en lugar de utilizar gafas para corregir sus defectos nos limitaríamos a arreglar la mente. La experiencia exosomática no es distinta de cualquier otra retrospectión, en la que nos «vemos» (esto es, nos imaginamos) como otros —por ejemplo, paseando por la playa. En ambos casos suplementamos nuestras percepciones reales, o lo que de ellas nos quedamos, con invenciones, y mucho más en la edad de los espejos, el cine y la televisión. A fin de cuentas, también suplementamos nuestras sensaciones normales todo el tiempo.

Terminaremos con unas palabras acerca de las postsensaciones y los sueños. Una postsensación visual o auditiva, al igual que todos los demás postefectos, es un caso de inercia y, por tanto, lo

podemos explicar con términos neurofisiológicos. La inercia consiste en que una actividad que ha sido provocada por un suceso pasado continúa durante un rato después de extinguirse su causa y se superpone a la actividad nueva que ha sido provocada por un nuevo suceso. Este fenómeno refuta la teoría causal de la percepción, pero no la hipótesis de la identidad psiconeural. En cualquier caso, las postsensaciones han perdido su posición de soportes del dualismo psiconeural desde que Scott y Powell (1963) descubrieron que también las tienen los monos.

Del mismo modo, los sueños ya no sirven de soporte para el antiguo mito según el cual existen espíritus incorpóreos que ocupan nuestro cuerpo durante el sueño, ni el mito psicoanalítico del inconsciente que se ocupa de proteger el sueño del censor. Bien puede ser que los sueños sean alucinaciones semejantes a las que produce la privación sensorial durante la vigilia. En los dos casos se sufre una pérdida del control de los *inputs* sensoriales, ilustrando también los dos la actividad autónoma e incesante del cerebro. (Las computadoras, por otra parte, ni alucinan ni sueñan cuando las desenchufamos; se limitan a «dejarse morir».) Una teoría psicofisiológica reciente afirma que en la generación de los estados de sueño intervienen el tallo cerebral y el cerebro anterior, siguiendo el esquema de la figura 4.8 (Hobson y McCarley, 1977). Los sueños no son, ni mucho menos, entidades inmateriales; son actividades del cerebro funcionando en circuito cerrado; además no tienen ni propósito ni objetivo, y habitualmente se trata de actividades recurrentes.

Resumiendo: la percepción anormal y los sueños son actividades cerebrales perfectamente legales.

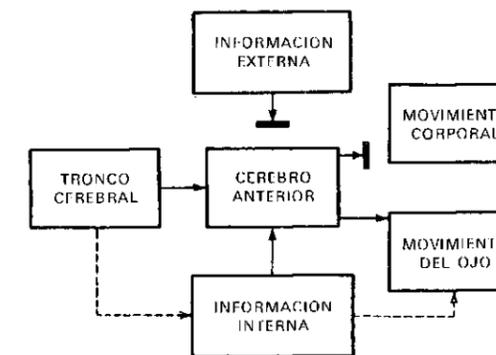


FIGURA 4.8. Teoría de Hobson-McCarley de la generación de los sueños. El tallo cerebral estimula el cerebro anterior, que «hace lo mejor que puede el feo trabajo de producir, siquiera sea parcialmente, imágenes soñadas coherentes a partir de las señales relativamente ruidosas que le llegan desde el tallo cerebral» (Hobson-McCarley, 1977, p. 1347).

CAPITULO 5

CONDUCTA Y MOTIVACION

1. DEFINICIONES Y PRINCIPIOS

Todos los animales, por sencillos que sean, tienen gran variedad de *outputs* —movimientos, calor, ondas electromagnéticas, etc. En sentido restringido se iguala la conducta con el conjunto de *outputs* motores del animal, ya sean éstos globales, como en la locomoción, o parciales, como al coger algo o sonreír, mover los ojos o excretar. Esto excluye conductas de interés, como las secreciones, la emisión luminosa de las luciérnagas y la descarga eléctrica de las rayas, por lo que preferimos adoptar una definición más amplia, la

DEFINICIÓN 5.1. Dado un animal cualquiera *b*,

- 1) el estado de conducta de *b* en el instante *t* es el output de *b* en *t*;
- 2) la conducta de *b* durante el intervalo de tiempo τ es el conjunto de todos los estados de conducta de *b* a lo largo de τ .

Como la conducta es un *output*, el registrar la conducta es un problema de grabación física o química, como el rodaje de las películas, y la descripción de la conducta es un problema de cinemática. La conducta pura posee por sí misma (y en sí misma) poco interés para la biología, psicología y filosofía. Estas disciplinas se ocupan (o deberían ocuparse) de la conducta sólo como el resultado, e indicador complejo, de procesos corporales de diversos tipos que no son visibles (por ejemplo, neurales, endocrinos, musculares, etc.). La unidad adecuada de estudio es, entonces, el ciclo entero: estímulo que llega a un animal que se encuentra en cierto estado—proceso neural—conducción de la señal—respuesta—resultado (esto es, efecto de la conducta)—retroalimentación del sistema endocrino. *Ejemplo:* Vemos una referencia a un artículo, vamos a la biblioteca a consultarlo, lo leemos, tomamos nota de parte de su contenido (lo cual es bastante más que limitarse a andar como respuesta a un estímulo visual indiferente).

La conducta es estable y recurrente cuando es heredada y cuando es una conducta aprendida que tiene éxito. En este caso se habla frecuentemente de «pautas de conducta»:

DEFINICIÓN 5.2. Una pauta de conducta es una conducta recurrente.

Los «planes de conducta», de los que hablaban Miller y otros (1960), eran en realidad pautas de conducta. El término «plan» sólo es adecuado cuando existe una elección deliberada. Las pautas de conducta son el resultado de leyes (genéticas, de desarrollo, etc.) y de circunstancias. Un *plan* de conducta genuino requiere que conozcamos algo esas leyes y circunstancias —cosa que sólo son capaces de hacer los primates superiores. Pero de este asunto trataremos en el Cap. 8.

Los animales que pertenecen a especies distintas pueden hacer «cosas» diferentes, nadar o volar, hacer madrigueras o nidos, cazar o huir de los predadores, almacenar provisiones o despiojar. Pero hasta cuando hacen la misma «cosa» (efectúan los mismos movimientos), lo pueden hacer con modos o estilos diferentes, a veces específicos de la especie, otras idiosincráticos. Resumiendo, existen diversos tipos de conductas y cada especie animal se caracteriza por alguno de ellos y, consiguientemente, por excluir otros. Todo esto se explicita en la

DEFINICIÓN 5.3. Sea *b* un animal de la especie *K* y sea *A* la unión de todas las especies animales. Entonces,

- 1) La conducta (posible) de tipo *i* que tenga un animal *b* (simbólicamente $B_i(b)$) es el conjunto de todas las conductas (posibles) de *b* asociadas con la biofunción *i*-ésima de *b* (en particular, con la biofunción neural correspondiente);
- 2) la conducta (posible) de un animal *b* es la unión de todos los tipos de conducta (posibles) de *b*:

$$B(b) = \bigcup_{i=1}^n B_i(b);$$

- 3) la conducta (posible) de tipo *i* en la especie *K* (en símbolos $B_i(K)$) es la unión de todas las conductas (posibles) de los miembros de *K*, esto es

$$B_i(K) = \bigcup_{b \in K} B_i(b);$$

- 4) el repertorio de conductas de la especie *K* (con símbolos $B(K)$) es la unión de todos los tipos de conducta (posibles) de *K*, es decir

$$B(K) = \bigcup_{i=1}^n B_i(K);$$

- 5) el repertorio de conducta específico de la especie *K* es el repertorio de conducta exclusivo de los miembros de *K*, esto es

$$B_A(K) = B(K) - \bigcup_{X \subset A} B(X), \text{ con } X \neq K;$$

- 6) la conducta animal es la unión de los repertorios de conducta de todas las especies animales, esto es

$$B = \cup_{A=1} B(X).$$

Atención. Se sobreentiende que todas las definiciones anteriores sirven para un momento concreto del desarrollo del individuo y de la evolución de la especie. El repertorio de conducta de los animales varía a medida que se desarrollan, y esto no tiene por qué ser añadiendo capacidades nuevas, sino que puede ser simplemente suprimiendo algunos tipos de conducta o meramente efectuando una transformación de ellos. (Por ejemplo, el chasquar con los labios de los primates se desarrolla a partir de la actividad de mamar.) Lo mismo ocurre, *mutatis mutandis*, con la evolución de la conducta.

Todos los animales se comportan de alguna manera, pero sólo los que tienen un SNC pueden coordinar su conducta y enfrentarse a situaciones nuevas con éxito. Por esto, la medusa no tiene un SNC y se mueve erráticamente y la estrella de mar sí lo tiene y manifiesta una conducta coordinada. Todos los animales con SNC tienen también músculos que, al contraerse, mueven partes del cuerpo, es decir, provocan la conducta. (En realidad, el que controla el movimiento es más el sistema neuroendocrino (SNE) que el SNC; esto es así debido a que las hormonas hacen que determinados circuitos neuronales (sobre todo, los motores) funcionen o dejen de hacerlo, porque son ellas las encargadas de soltarlos de su estado normalmente inhibido.) A su vez, todos los músculos son excitados por axones excitatorios. Hay veces en que los músculos de los insectos no precisan más que de una o dos neuronas para su inervación (Fig. 5.1). (La inversa es generalmente falsa. La mayoría de los sistemas neurales del cerebro humano no inervan músculos. Por tanto, el estudio de la conducta humana nos puede decir muy poco acerca de nuestro cerebro. Ver Welker, 1976.)

Resumimos todo lo anterior en el

POSTULADO 5.1. En los animales que tienen SNC es éste el que se ocupa de controlar («mediar», «estar al servicio de») la conducta. (Esto es, en los animales dotados de SN, para cada tipo de conducta B_i , el SN contiene un subsistema neural que controla los movimientos en B_i .)

(Una formulación equivalente es la siguiente: Para cada especie K existe una familia de funciones $\phi_i: K \times S_i \times E \rightarrow M_i$, siendo S_i el espacio de estados del neurosistema de control i -ésimo, E el conjunto

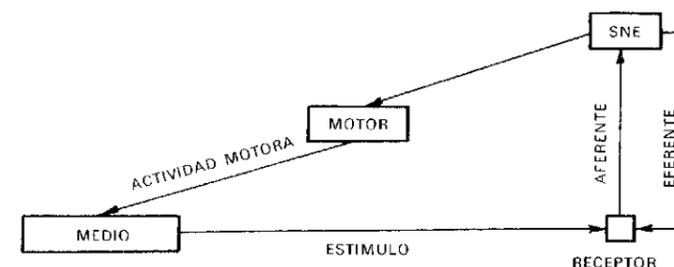


FIGURA 5.1. Esquema de un ciclo de conducta. El *output* motor no depende sólo del estímulo (si existe alguno); también tienen parte el estado del SNE y los resultados de los actos de conducta inmediatamente anteriores. En Powers, 1973, se puede encontrar un modelo retroalimentado.

de estímulos externos que llegan a los miembros de K , y M_i el conjunto de *outputs* de conducta de tipo i .)

Consecuencia inmediata de lo anterior es el

COROLARIO 5.1. A cualquier cambio en sistemas neurales (que no sea redundante) le siguen cambios en la conducta.

Ejemplo: Las ratas en cuyo ventrículo cerebral se ha inyectado THIP se hacen alcohólicas (Myers y otros, 1977).

La conducta no es, entonces, primaria, sino derivada; por tanto, ha de ser explicada en lugar de explicar. Pero, dado que la conducta es, en principio, observable de un modo inmediato, es el primer dato que podemos obtener sobre las funciones del cerebro del animal, por lo que es un valioso indicador de ellas. (Dicho de otro modo: la conducta es ontológicamente derivada, pero gnoseológicamente primaria.) Y los datos no explican, son las cosas las que hay que explicar.

Atención. Habitualmente la conducta no es un medio con el que perseguir algún fin: frecuentemente no tiene propósito. En muchos casos el animal se comporta de un modo que no le conviene, pero lo hace impelido por su programa genético, que a su vez activa o desactiva los mecanismos neuroendocrinos y sensoriales que son los que controlan la conducta. Esto es lo que ocurre con todas las conductas heredadas (o instintivas).

Ahora bien, no existen dos sistemas nerviosos exactamente iguales, ni siquiera dos sistemas físicos que sean idénticos en todos los aspectos. Esta generalización implica, junto con el Postulado 5.1 el

TEOREMA 5.1. No hay dos animales que se comporten exactamente de la misma manera (aunque sean de la misma especie).

Las diferencias existentes en la conducta individual habitualmente poseen poco interés para el científico de laboratorio. Donde sí poseen interés es en el trabajo de campo, y son de enorme importancia para el estudio de la evolución de la conducta animal (cf. Roe y Simpson, 1958; Tinbergen, 1965). Esta variabilidad individual es, ni más ni menos, que la materia prima de la selección natural.

Ya hemos visto (Postulado 2.1) que un sistema nervioso puede contener un subsistema plástico (no comprometido), es decir, un subsistema capaz de aprender nuevas pautas de conducta y de mentación. Este supuesto, junto con el Postulado 5.1 y la Definición 3.1, implica el

TEOREMA 5.2. *El repertorio de conducta de un animal que tiene sistemas neurales plásticos se divide en dos clases: la controlada por la parte comprometida (o preprogramada) del SN del animal, y su complemento, esto es, las conductas controladas por la parte plástica del SN.*

DEFINICIÓN 5.4. *Llamamos repertorio de conducta heredado (o instintivo, estereotipado, modal o rígido) a la parte del repertorio de conducta de un animal que está controlada por la parte comprometida de su SN; la parte controlada por la parte plástica de su SN la llamamos repertorio aprendido.*

Observación 1. No debemos confundir *heredado* con *innato*. El repertorio de conducta innato de un animal es la parte del repertorio de conducta heredada que ya posee en el momento de su nacimiento, esto es, la que no requiere ningún desarrollo para ser conducta efectiva. Por ejemplo, todos los mamíferos pueden mamar desde el primer momento, pero algunos no andan hasta varios meses después: el sistema motor, que está también programado en gran medida, no está maduro en el momento del nacimiento. Sólo el organismo adulto posee completo el repertorio de conducta heredado. En resumen, se da la inclusión $Innato \subset Heredado \subset Total$. (Chomsky, 1968, no se ocupó de distinguir entre «innato» y «de nacimiento» cuando afirmó que la gramática universal es un «esquema innato»; parece decir que la *capacidad de aprender* cosas tales como una gramática universal es una capacidad que poseemos «de nacimiento», pero que el proceso real de aprendizaje no se da hasta después del estadio del balbuceo. Si fuera así entonces Chomsky está muy lejos de ser un innatista.)

Observación 2. Mientras no utilicemos el concepto de instinto para intentar explicar la conducta no hay ningún problema con él (Hinde, 1974). El instinto (o la conducta heredada) es algo que ha de ser explicado (en términos genéticos y evolutivos).

Observación 3. Como la selección natural elimina muchos tipos de conducta que resultan contraproducentes (aunque funcionen perfectamente), la conducta instintiva o programada parece prodigiosamente encaminada a ciertos objetivos, esto es, parece que tiene un

propósito. En especial, los estadios sucesivos del ciclo de comportamiento reproductivo de los pájaros y de los mamíferos dan la sensación al profano de que están orientados hacia un propósito, y etólogos eminentes los describen frecuentemente en términos teleológicos (por ejemplo, Tinbergen). Los biólogos, por el contrario, están sustituyendo rápidamente la teleología por la causación y la posibilidad; muestran, por ejemplo, que los pájaros construyen nidos, se aparean y empollan los huevos como resultado de complejas interacciones entre procesos neuroendocrinos, sociales y ambientales (cf. Erickson y Lehrman, 1964). También han demostrado que intervenciones quirúrgicas y químicas pueden destruir los instintos. Por ejemplo, la ablación del bulbo olfativo elimina en los ratones el instinto maternal (Gandelman y otros, 1971), mientras que la inyección de testosterona en el área preóptica media de una rata macho provoca en él la conducta maternal.

Consecuencia inmediata del Teorema 5.2 y de la Definición 5.4

COROLARIO 5.2. *El repertorio de conducta de un animal privado de sistemas neurales plásticos es completamente estereotipado.*

Casi toda la conducta heredada ha sido seleccionada porque está adaptada a un medio determinado, es decir, en ese medio posee valor biológico. (No por completo: hay que recordar la tendencia de las mariposas a girar alrededor de las llamas.) Pero si el medio cambiara drásticamente, algunos tipos de conducta quedarían devaluados. Juntando estos dos enunciados tenemos otro axioma, el

POSTULADO 5.2. *Supuesto que el medio no varíe radicalmente durante la vida de un animal, la mayor parte del repertorio de conducta que ha heredado posee un valor biológico positivo para ese animal.*

El gran valor biológico que tiene el poseer un sistema nervioso con subsistemas neurales plásticos es, por supuesto, la capacidad de aprender tipos de conducta nuevos y, por tanto, de aumentar las posibilidades de supervivencia si se producen cambios en el medio. Con lo que tenemos el

POSTULADO 5.3. *En los animales que tienen un sistema neural plástico se pueden modificar sus capacidades heredadas por medio del aprendizaje.*

Ejemplo: Los cantos de los pájaros mejoran cuando se encuentran en contacto con cantos de otros miembros de la misma especie, e incluso cuando lo están con los de otras especies (Marler y Tamura, 1964).

Hasta aquí hemos formulado nuestros conceptos y principios neuroetológicos. En Hoyle (1976) se puede encontrar un conjunto de nociones e hipótesis alternativo, pero de naturaleza semejante.

Terminaremos comparando repertorios de conducta. Existen por lo menos cuatro maneras de hacerlo:

- 1) Si K y K' son especies pertenecientes al mismo género, entonces tiene sentido decir que el repertorio de conducta de K es *más rico* que el de K' si $B(K)$ incluye a $B(K')$. Esto no sirve para especies que pertenezcan a órdenes distintos. Por ejemplo, nosotros no podemos oír ultrasonidos ni volar como lo hacen los murciélagos y, sin embargo, tenemos un repertorio de conducta mucho más variado (y poderoso) que el suyo. A continuación dilucidaremos este concepto.
- 2) Decimos que un repertorio de conducta es *más variado* cuanto mayor número de tipos de conducta incluya. Un tercer modo posible de comparar repertorios de conducta es con respecto a la elasticidad, o capacidad de innovación, que tienen. Cuanto mayor sea en un animal, éste será menos típico y, por tanto, será más original y creativo. La definición que queremos será, entonces, la siguiente:
- 3) Un repertorio de conducta es *más elástico* cuantos más tipos de conducta pueda incorporar o aprender. Por último, suponemos que
- 4) Un tipo de conducta es *más avanzado* (en la escala evolutiva) cuanto mayor número de tipos de conducta aprendida (no estereotipada) contenga. Esto hace que aunque el hombre, el gorila y el chimpancé tengan repertorios de conducta heredada comparables, el repertorio humano sea el más avanzado gracias a que el hombre puede aprender muchos más tipos de conducta que sus vecinos. Hemos de darnos cuenta de que el ser más avanzado no coincide con el ser el más adaptado: el santo y el genio, que se comportan de modos nada típicos, actúan generalmente de manera inadaptada. Los desajustes son a veces más una ventaja que un lastre. Más sobre este tema en el Cap. 9.

2. MOTIVACION [DRIVE]; VALOR; ELECCION

¿Qué impulsa la conducta? La respuesta tradicional (teleológica), que sigue oyéndose con excesiva frecuencia, es que son los objetivos los que lo hacen, esto es, que toda la conducta está dirigida por los objetivos. Esta respuesta primatomórfica no tiene en cuenta que sólo podrán comportarse de esta manera los animales que sean capaces de representarse sus objetivos. (Más sobre teleología en el Cap. 6,

Sec. 3.) La respuesta que dan los conductistas, en cambio, es que los estímulos externos son los que impulsan la conducta, esto es, que todas las acciones son efectos de estímulos. Esta respuesta no tiene en cuenta que el SNE controla la conducta, hasta el extremo que muchas conductas (por ejemplo, buscar comida o pareja) no necesitan tener ninguna causa externa. El que un animal se conduzca, o no lo haga, de determinada manera en presencia de estímulos externos de cierto tipo depende del estado del SNE, que a su vez depende de los resultados de su conducta previa y del estado del medio. Por eso, un plato de comida atraerá a una rata hambrienta, pero quizás no atraiga a una saciada. Además, en algunos estados el animal buscará activamente ciertos estímulos en lugar de esperar pasivamente y reaccionar a lo que ocurra. (Recordar la denominada Ley Cero de la Psicología de las Ratas: En cualquier situación experimental cuidadosamente controlada, la aplicación repetida de un estímulo determinado obtendrá como respuesta aquella que se le antoje al sujeto.)

En cualquier caso, para iniciar la conducta los animales han de ser motivados, y frecuentemente también para que reaccionen a los estímulos externos: deben sentir una *motivación interna* para comportarse de una manera y no de otra. Resumiendo, no es que los estímulos externos *causen* la conducta, sino que el estado del SNE la motiva por sí mismo al buscar, evitar o ignorar los estímulos externos. Además, casi no hay ninguna duda de que los motivos, así como sus mecanismos de control, son funciones específicas de subsistemas claramente localizados del SNE (Heath, 1977).

Hull (1943), que fue quien comenzó la revuelta en contra del conductismo radical, intentó explicar toda la conducta (y sobre todo el aprendizaje) en términos de motivaciones —que podían ser positivas, como la que se da cuando urge dormir, o negativas, como la que nos urge a salvarnos. Afirmó que los animales se mueven porque sienten un impulso de moverse, comen porque un motivo los impulsa a comer, etc. Hull enunció la hipótesis de que existe un motivo general único. Ahora pensamos más bien en múltiples motivos, cada uno con una fuerza distinta. (Considerando todos los motivos, el de defensa domina sobre el hambre, que en ciertos niveles domina la sexualidad, etc.)

Las explicaciones de la conducta en términos de motivos son, por supuesto, puramente verbales, es decir, no son explicaciones en absoluto mientras el concepto de motivo continúe siendo un constructo hipotético oculto. Pero esto no tiene por qué ser así: podemos identificar los motivos con desequilibrios (déficits o superávits) de algunas variables fisiológicas (por ejemplo, niveles de azúcar o noradrenalina en la sangre). En este caso, podemos contrastar hipótesis como la de que la motivación Y causa la conducta X ; y lo haremos provocando desequilibrios y observando qué cambios de

conducta se producen. Además, han sido identificadas «neuronas motivacionales», neuronas especiales que disparan sólo cuando persisten los motivos (Olds, 1975). Podemos resumir toda la teoría de la motivación en una definición y en un supuesto. Comenzamos por la convención, que establecemos por medio de la

DEFINICIÓN 5.5. Una motivación de tipo X es un desequilibrio del (de los) componente(s) X de la función de estado del animal. (Más precisamente, tenemos: la intensidad $D_X(b, t)$ de la motivación X en el animal b en el momento t es igual al valor absoluto de la diferencia existente entre los valores normal y real que X tiene para el individuo b en el instante t .)

Cuando se trata de animales dotados de SNC debemos cambiar la definición anterior, poniendo en su lugar «las motivaciones son los desequilibrios detectados», esto es, los desequilibrios representados en el SNC. (La conducta exploratoria no es una excepción puesto que la podemos considerar como resultado de un conocimiento defectuoso, lo cual es una clase de desequilibrio.) (Fig. 5.2.)

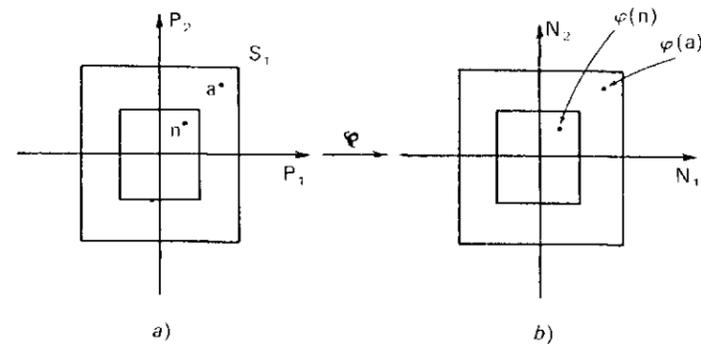


FIGURA 5.2. La motivación en los animales con SNC es la representación neural de los desequilibrios fisiológicos. a) Parte del espacio de estados de algún subsistema extraneural de un organismo: el punto n representa un estado normal y el punto a un estado anormal. Los puntos que se encuentran fuera del rectángulo exterior representan estados letales. b) Representación de los estados normales y anormales en algún subsistema del SNC. La intensidad de la motivación es función del valor absoluto de la diferencia $\phi(a) - \phi(n)$.

A continuación proponemos la hipótesis:

POSTULADO 5.4. En los animales existe, para cada motivación, un tipo de conducta que reduce aquella (esto es, que disminuye el desequilibrio de la propiedad correspondiente).

No afirmaremos a continuación la recíproca porque existen tipos de conducta que no sabemos si son reguladores o restablecedores del equilibrio. Sin embargo, si que podemos utilizar la implicación inversa como un indicador de motivaciones. Es decir, una vez que hemos supuesto que *Motivación* \Rightarrow *Conducta*, cuando investigamos la conducta podemos sospechar (pero no establecer) que esa conducta ha sido impulsada por la motivación correspondiente.

La adopción de la hipótesis de la motivación (Postulado 5.4) nos permite explicar algunas pautas de conducta sin necesidad de recurrir a la teleología. Por ejemplo, un pájaro ocupado de construir nidos está mostrando conducta motivada interiormente. No permite que estímulos sensoriales que puedan aparecer le interrumpan en su trabajo; si lo hiciera se comportaría tan aleatoriamente como la estimulación que recibe. Podemos explicar la persistencia de gran parte de la conducta en términos de actividad del SNC programada autónomamente, sin necesidad de recurrir a objetivos imaginarios. (Se pueden encontrar más ejemplos del enfoque fisiológico de la motivación en Gross y Zeigler, eds., 1969.)

Lo anterior nos puede ayudar a librarnos de la objeción dogmática al enfoque biológico de la psicología, es decir, de la objeción según la cual la motivación posiblemente no pueda someterse al imperio de la ley natural, por lo que debe ser tratada como un atributo de la Mente inmaterial o bien hemos de negarlas a las dos (motivación y Mente) juntas. Idéntica objeción se le pone al estudio científico del valor. Los biólogos admiten que existen estados y procesos que son valiosos para el organismo mientras que otros no lo son. Podemos ir un poco más lejos y sostener que todos los animales se encuentran equipados con receptores que les capacitan para evaluar algunos de los estímulos que les llegan, considerándolos perjudiciales, favorables o indiferentes. Hasta las bacterias pueden nadar hacia los nutrientes y huir de las sustancias tóxicas. Es de suponer que lo hacen gracias a que los estímulos activan algunos lugares de modo tal que los productos químicos del exterior enlazan más o menos estrechamente con las moléculas de esos lugares si son beneficiosos para el organismo, mientras que no establecen ningún enlace cuando se trata de sustancias nocivas.

No es anticientífico el atribuir a todos los animales la capacidad de preferir unas cosas a otras y evitar los estímulos dañinos. Los organismos que cometen el «error» de asociarse con productos químicos nocivos o con cualesquiera otros estímulos perjudiciales, no viven lo suficiente para reproducirse: son eliminados. Por otra parte, los animales que poseen una constitución adaptativa sobrevivirán lo suficiente para reproducirse y transmitir a su progenie los rasgos ventajosos. En general, podemos explicar la preferencia que el animal b tiene por el estímulo x sobre el estímulo y diciendo que x tiene para b mayor valor adaptativo que y . Es decir, podemos

postular que *todos los animales están capacitados para evaluar determinados ítems* (cosas, estados, procesos, etc.) *internos y ambientales*.

Esto no implica que la evaluación sea siempre correcta; de hecho, a veces no lo es. Pero la presión selectiva está siempre fuertemente orientada hacia la elaboración de evaluaciones correctas, esto es, hacia el aprendizaje de la aversión a los productos químicos nocivos y a los enemigos. La hipótesis anterior tampoco implica que todos los animales puedan elaborar juicios de valor. Estos son procesos neurales complejos que sólo pueden ocurrir en el hombre y otros pocos mamíferos: todos los demás evalúan sin elaborar juicios de valor; más aún, en el hombre las preferencias y decisiones también son, con excesiva frecuencia, previas a las operaciones perceptual y cognitiva (Zajonc, 1980).

El cerebro humano es a la vez el órgano de control, integración, percepción, motivación, imaginación, razonamiento y evaluación. Esto le da la oportunidad de razonar sobre los valores y de evaluar las razones. Hay otros animales que no tienen SNC que se ocupe de esas síntesis de razón y valor: huyen, luchan o se comportan de manera amigable sin ponderar sus conductas. Su sistema de valoraciones ha evolucionado por medio del ensayo y error, es decir, por el camino más duro, con el tremendo coste que conlleva. El sistema valorativo humano es un sistema que se hereda parcialmente y en parte se aprende, estando sometido a control y revisión. Valoramos cosas que nuestros antecesores aborrecían o se limitaban a ignorar y, por el contrario, aborrecemos o ignoramos cantidad de otras cosas que nuestros antepasados disfrutaban. No ocurre lo mismo con otros organismos: sus cerebros, si los poseen, no son tan plásticos como los nuestros, y su funcionamiento no se encuentra influido por la sociedad como el nuestro.

Decir que un animal es capaz de evaluar ítems de cierto tipo es lo mismo que decir que posee en sí mismo un sistema de evaluación, posesión que puede ser desde el nacimiento o desde determinado momento. Caracterizamos este concepto por medio de la

DEFINICIÓN 5.6. Sea S un conjunto de ítems (cosas, estados o sucesos) y b un animal. Además, sea \succeq_b un orden parcial en S . Entonces la estructura $\mathcal{V}_b = \langle S, \succeq_b \rangle$ es un sistema de valoración de b en un momento determinado si y sólo si, en ese momento,

- 1) b puede detectar cualquier miembro de S y distinguirlo de todos los demás ítems de S ;
- 2) para dos miembros cualesquiera x e y de S , b prefiere x a y ($x \succeq_b y$) o, por el contrario, b prefiere y a x ($y \succeq_b x$), o le da igual ($x \sim_b y$).

Este es un concepto comparativo de valor que utiliza la relación de preferencia. Un concepto cuantitativo será el dilucidado por la teoría de la utilidad, según está expuesto en la teoría de la decisión.

(Podemos concebir la utilidad como una función $U: A \times B \times T \rightarrow \mathbb{R}$, cuyo valor $U(a, b, t) = u$ para un objeto $a \in A$ y un organismo $b \in B$ en el momento $t \in T$ es el valor que b asigna a a en el momento t . Con ayuda de esta función podemos volver a definir el concepto de sistema de valoración del modo siguiente: *El sistema de valoración del grupo de animales B* (especie, población, comunidad, o lo que sea) es $\mathcal{V}_B = \langle A, U \rangle$, siendo A el conjunto de objetos (cosas, estados, sucesos) que los individuos de B valoran.)

Fijémonos en las diferencias entre este concepto de valor y el de biovalor de un subsistema a de un organismo b (Bunge, 1979a, Cap. 3). El biovalor de un subsistema a para el organismo b en el momento t es el valor objetivo que a posee para b en t . Por otro lado, la utilidad (o psicovalor) del ítem a para el organismo b en el momento t es el valor que b asigna a a en t . Esta asignación puede ser errónea desde el punto de vista biológico (por más que puede tratarse de un suceso biológico); esto es, un animal puede atribuir gran valor a ítems que son dañinos biológicamente y poco valor a otros con gran valor biológico. Resumiendo, los psicovalores pueden entrar en conflicto, chocar, con los biovalores.

El dualismo psicofísico hablaría de un conflicto entre Mente y Materia, pero entonces estaría obligado a admitir que a veces aquella es inferior a ésta. El monismo psicofísico lo consideraría un conflicto entre el cerebro (o una parte de él) y el resto del cuerpo. En cualquier caso, se supone que esa disparidad entre biovalores y psicovalores se acentúa en los estadios superiores de la evolución, y nos sugiere que no deberíamos intentar reducir unos tipos de valores a los otros, sino mantener ambos a igual altura, y mucho menos si tenemos en cuenta que los psicovalores son un tipo muy especial de biovalores. Además, hemos de tener en cuenta una tercera función, la de valor social, o valor para una comunidad. Pero no nos salgamos de lo que nos ocupa.

Las preferencias son frecuentemente automáticas y constantes, lo cual se da sobre todo en los animales primitivos. Los que son capaces de aprender pueden aprender a preferir, y a cambiar sus preferencias, incluso en contra del sistema de valores que han heredado. Las ratas aprenden por ensayo y error a preferir las comidas más saludables y en un único ensayo a evitar las peligrosas; también pueden aprender a sobreponerse al miedo que les producen las descargas eléctricas si este es el precio que han de pagar para conseguir buena comida. En resumen, cuanto más evolucionado es un animal, su sistema valorativo está llamado a ser más plástico. Pero lo que la valoración es siempre es una función del SNC de un animal, función que puede ser instintiva o aprendida, rígida o plástica. (Todavía se especula acerca de si existe o no un subsistema especial del SNC que se encargue de las valoraciones. Sospecho que cuanto más

complejo sea el acto de valorar, más subsistemas del SNC intervienen en él.)

Podemos formular nuestro supuesto en el siguiente:

POSTULADO 5.5. *Todos los animales están dotados con un sistema valorativo, y los animales que son capaces de aprender pueden modificar ese sistema valorativo.*

Introduciremos, por último, la noción de elección. Un animal al que se le presente un conjunto de alternativas probablemente se abstendrá de elegir entre ellas a menos que alguna muestre algún rasgo atractivo, por ejemplo, que parezca comestible. Si el animal ensaya alguna de las opciones y encuentra cuáles conducen a los resultados más valiosos, podemos decir que ha aprendido a elegir. Pero, siempre, para que sea auténtica elección debe existir libertad. Es decir, el animal debe ser capaz de elegir cualquiera de las alternativas que se le ofrecen, y, por lo menos en principio, alguna de las elecciones ha de ser errónea para que exista aprendizaje de la elección. Por tanto proponemos la

DEFINICIÓN 5.7. *Sea $\mathcal{V}_b = \langle S, \succ_b \rangle$ un sistema evaluativo de un animal b en un momento determinado: llamemos $A \subseteq S$ al conjunto de alternativas que se le ofrecen a b (es decir, pertenecen al repertorio de conducta de b). Entonces b elige (o selecciona) cierta opción $x \in A$ si y sólo si*

- 1) b prefiere x a cualquier otra opción de A ;
- 2) b puede elegir (es decir, efectuar) cualquier otra alternativa de A (esto es, b debe poder elegir libremente); y
- 3) b elige (esto es, efectúa) realmente x .

Fijémonos en las diferencias existentes entre preferencia y elección: aquella subyace y motiva ésta. La elección es la evaluación en acción, o evaluación pública, y, por tanto, es un indicador de la evaluación, no una definición suya. (Casi toda la literatura etológica sobre la elección confunde elección con preferencia. Esta confusión es una consecuencia inevitable del operacionalismo.) Observemos también que, como la elección presupone la evaluación, la expresión «elección aleatoria» es errónea. Y, por último, fijémonos en que no todas las elecciones provocan una decisión. Las decisiones son deliberadas o razonadas (aunque no sean racionales), y el razonamiento es privilegio de unas pocas especies animales. La mayor parte de las elecciones, hasta las de la vida diaria, no están precedidas por un proceso de toma de decisión.

Una aplicación posible del concepto de elección o selección es a la selección perceptiva o atención, el escuchar y mirar por contraste a oír y ver. Consideremos un sensor periférico que envía mensajes a los sistemas neurales correspondientes del área cortical sensorial secundaria. Si todos estos sistemas funcionan a la vez es muy pro-

habile que se produzca confusión. Lo normal será que sólo estén activados algunos, mientras todos los demás permanecen inhibidos. Podemos conjeturar que esta inhibición (o activación) la efectúa un selector neural controlado por un sistema neural de motivación. Por esto, si queremos atender a una conversación particular en un ruidoso bar, «conectaremos» el selector de tal modo que todos los ruidos, excepto los que nos interesan, resulten atenuados drásticamente (Fig. 5.3).

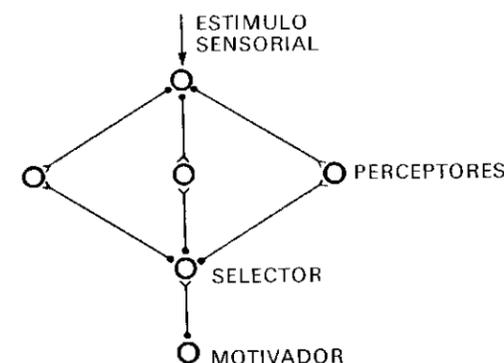


FIGURA 5.3. Mecanismo de selección posible. Cada uno de los tres receptores está conectado con uno de los tres tipos de estímulos. El motivador inhibe los receptores laterales, con lo que el sujeto sólo percibe los estímulos de un tipo.

El recuerdo selectivo será semejante: el estímulo que provoca el recuerdo sólo activa los sistemas neurales «controlados» por un selector, que a su vez está controlado por un sistema de motivación. (Por ejemplo, los jóvenes solteros poseen una capacidad especial para recordar los números de teléfono de chicas solteras.) En cualquier caso, prestar atención a x es seleccionar o elegir x entre una serie de ítems posibles (sean estímulos, conductas, recuerdos, etc.). Por tanto, la atención no es una cosa que seleccione los estímulos, sino un estado de actividad de un sistema neural:

DEFINICIÓN 5.8. *Un animal b presta atención al ítem x si y sólo si el SNC de b se ocupa de percibir o hacer x , prefiriéndolo a todos los demás ítems que en el mismo momento sean accesibles a b .*

Hay grados de atención, y éstos dependen del estado del animal y de la naturaleza de los ítems a los que se está prestando atención. Una manera de definir el grado de atención que presta un animal al ítem x

durante un período de tiempo T es la suma de la frecuencia de excitación del sistema neural que se ocupa de procesar (percibir o efectuar) x durante T (Fig. 5.4). Pero hemos de ocuparnos de otros temas.

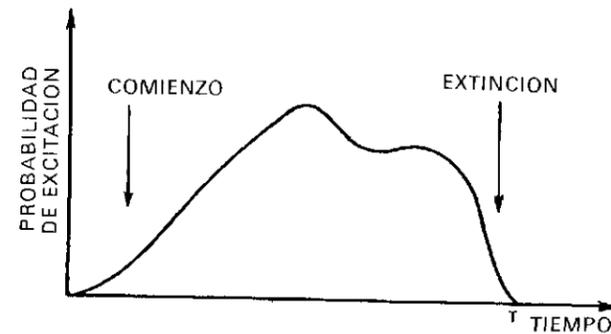


FIGURA 5.4. Atención = integral de la función de probabilidad de disparo.

MEMORIA Y APRENDIZAJE

1. MEMORIA

Frecuentemente se define la memoria en términos de aprendizaje; la memoria sería la retención de lo aprendido. Si esto fuera así, entonces el estudio de la memoria sería sólo un aspecto del estudio del aprendizaje; y no lo es. Además sólo los animales capaces de aprender (esto es, dotados de sistemas neurales plásticos) serían capaces de memorizar incidentes de sus vidas. Pero sabemos que muchos sistemas físicos complejos (como las hojillas de afeitar y los imanes), y algunos sistemas químicos, conservan «memoria» de algunos de sus estados pasados. En estos casos, decimos que el sistema sufre un proceso hereditario de cierto tipo. (Cf. Bunge, 1977a, Cap. 5, Def. 5.20.) Estas razones determinan que debemos tratar la memoria independientemente del aprendizaje, y antes que él. Una definición general es

DEFINICIÓN 6.1. *Un sistema σ en el instante t tiene memoria (o memoriza) alguno de sus estados pasados si y sólo si el estado de σ en t es función de alguno de esos estados pasados.*

A un sistema que tenga memoria lo podemos llamar sistema de memoria. Las propiedades peculiares de un sistema de memoria son las siguientes: *a)* graba («aprende de memoria»); *b)* «almacena», y *c)* recuerda cuando le afectan estímulos convenientes. Bien puede ser que la segunda propiedad sea imaginaria: en lugar de conservar una huella o engrama del estado o acontecimiento, el sistema puede *a)* adquirir la disposición o propensión de recordar el (los) estado(s) o acontecimiento(s) de que se trate, o bien *b)* pasar por un proceso sin salida. En un momento seguiremos con este tema.

Todos los organismos tienen genes, y éstos graban parte de la historia de la especie; por tanto, podemos decir que todos los organismos conservan alguna memoria de la especie, esto es, todos los organismos son sistemas hereditarios. Además, todos los organismos parecen capaces de tener por lo menos memoria a corto plazo. Un ejemplo son los quimiotropismos bacterianos. Este hecho consiste en

que la bacteria se puede mover hacia lo que le sea atractivo (por ejemplo, nutritivo) y se puede alejar de lo que le sea repelente. Parece ser que descubren la dirección correcta de su movimiento moviéndose y comparando las concentraciones en lugares distantes entre veinte y cien longitudes de su cuerpo, por lo que deben tener una memoria a corto plazo. Las bacterias son organismos unicelulares primitivos, por lo que su mecanismo de memoria será casi exclusivamente químico, y probablemente sólo químico (Koshland, 1977). Los receptores químicos, después de recibir la señal, sintetizan un regulador de respuesta (pudiera ser una molécula). Este último activa la respuesta si el resultado es beneficioso, inhibiéndola en caso contrario; este regulador de respuesta desaparece tan pronto como el estímulo cesa. Sea cual sea la hipótesis verdadera, parece que las bacterias utilizan la memoria para controlar su conducta.

Lo que vale para la memoria de las bacterias puede valer para todos los animales; de otro modo, serían incapaces de sobrevivir lo suficiente como para reproducirse. Parece, entonces, que la memoria es universal en la familia de los animales. Pero también lo es el olvido, el borrado de los «rastros» de memoria. Entonces, podemos establecer el

POSTULADO 6.1. *Todos los animales tienen memoria de alguno de sus estados pasados, pero ninguno conserva memoria de todos ellos.*

Probablemente existe gran variedad de sistemas o mecanismos de memoria. Nos interesan dos clases de ellos: los sistemas fijos y los itinerantes. Los invertebrados y los vertebrados inferiores probablemente sólo estén dotados de sistemas de memoria fijos, mientras que los vertebrados superiores también tienen sistemas de memoria itinerantes, esto es, sistemas que se forman para cada situación concreta. Un buen candidato para la primera clase es el modelo de Young de un sistema de memoria fija (Young, 1965). Según este modelo, el sistema de memoria está compuesto de una serie de unidades o módulos de memoria (los mnemones). Cada uno de estos módulos está compuesto, a su vez, de los siguientes elementos: una neurona clasificatoria que clasifica los sucesos detectados (por ejemplo, los clasifica en buenos, malos e indiferentes), células de memoria y células motoras (que controlan la conducta). Por ejemplo, el mnemón del pulpo, cuyos principales movimientos son ataque y defensa, se parecerá al de la figura 6.1. Sea que los invertebrados (e incluso, como Young cree, todos los animales) recuerden de esta manera, o no lo hagan, lo que no hacen es «almacenar» los sucesos pasados *en su memoria*, ni siquiera *en su mente*; caso de almacenar algo, lo hacen en su SNC.

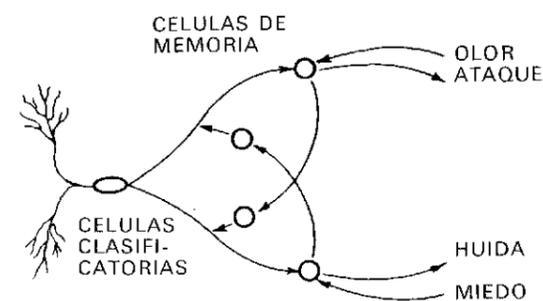


FIGURA 6.1. Mnemón del pulpo: redibujado a partir de Young (1965). Si la señal que llega es «buena», la célula clasificatoria activa la neurona que controla el ataque. A medida que se desarrolla esta acción, llegan las señales que indican su resultado (positivo o negativo) y refuerzan o inhiben la acción, esto es, continúan cuando tienen éxito y retroceden cuando no lo consiguen.

Pasemos ahora de los invertebrados a los vertebrados, y, en particular, a los seres humanos. Existen numerosos modelos de la memoria de los vertebrados. En principio, los podemos clasificar en una de las dos categorías siguientes:

- 1) *Modelos de almacenamiento*
 - 1.1. Engramas o marcas localizadas.
 - 1.2. Inscripción global u holográfica.
- 2) *Modelos dinámicos*
 - 2.1. Reforzamiento o debilitamiento de las conexiones fijas.
 - 2.2. Reforzamiento o debilitamiento de las conexiones sinápticas, es decir, disposición para formar conexiones semejantes.

El modelo más popular de la memoria es, por supuesto, el modelo 1.1, semejante a la grabación fonográfica, que podremos volver a oír cuando gustemos. Es el preferido por los expertos en inteligencia artificial, porque los computadores también tienen «memorias» para almacenar información, y la podemos recuperar cuando deseamos. Pero la memoria humana no es como la de los computadores; el recuerdo introduce modificaciones importantes en el pasado, no lo revive fielmente; unas veces embellece los recuerdos sin saberlo, otras los potencia, casi siempre les da una coherencia y plausibilidad que no tenían cuando surgieron (cf. Bartlett, 1932). Es decir, el recuerdo humano incluye una reconstrucción, creación y destrucción. En cambio, los computadores no destruyen información.

menos aún tienen falsas memorias. Por tanto, considerar que memorizar consiste en almacenar es inadecuado, como también lo es que recordar sea recuperar. Lo que vale para los engramas localizados también sirve para los engramas globales y los hologramas neurales. (En Arbib y otros, 1976, se puede encontrar una crítica del modelo holográfico de la memoria.)

Si no hay almacenamiento de los estados y sucesos pasados, entonces debe existir cierta *propensión* para que resulten activados ciertos sistemas neurales, ya sea espontáneamente o porque otros los estimulan. Esta propensión puede descansar sobre la mayor o menor fuerza entre las conexiones neuronales, fuerza que puede aumentar con el uso y disminuir con el desuso, según la hipótesis de Hebb. Por ejemplo, cuando profiero la palabra «nube» frecuentemente me hace recordar la palabra «ventana», y a la inversa, lo cual se debe probablemente a que siempre he tenido dificultad para recordar estas dos palabras cotidianas en inglés y alemán. Probablemente, los sistemas neurales de mi cerebro que se ocupan de formar las palabras «nube» y «ventana», sistemas que normalmente se encuentran inhibidos, han terminado por conectarse (por ser sistemas asociados). Cuando el sistema neural de «nube» ha sido excitado, tiende a activar el que tengo para «ventana», y a la inversa. Pero esto no ocurre siempre; sólo ocurre cuando intento recordar una de las dos palabras, no cuando pienso en la física de las nubes o en la historia de las ventanas. El qué y el cómo de mis recuerdos depende de las pistas por medio de las cuales necesite invocarlos.

Pero sea cual sea el mecanismo detallado que nos permite recordar, en lo que no parece consistir es en la reactivación de algún circuito neural fijo, sino «en la producción o reconstrucción en el momento de un ítem» (Bindra, 1976, p. 330). Si es así, en lugar de investigar circuitos especiales (aunque sea una única neurona) que recuerden experiencias específicas, debemos investigar los cambios en las pautas de actividad de los sistemas neurales, sean fijos o itinerantes (von Foerster, 1965; Young, 1973). Y no hemos de investigar exclusivamente el olvido o aspecto debilitador (como hace Wickelgren, 1974), sino el reforzamiento de las conexiones sinápticas (como hace Anderson, 1972, 1973). (En estos últimos modelos la memoria es la suma de las actividades de todas las neuronas de cierto sistema de rastros. Reconocemos o recordamos un estímulo precisamente en el caso en que es similar a una de las actividades que continúan en el sistema.)

Nos ocuparemos rápidamente de dos fenómenos en los que la memoria tiene algo que ver. El primero es la comparación de los acontecimientos recientes con los pasados. El mecanismo que efectúa esta comparación puede ser químico (como ocurre probablemente con quimiotropismos bacterianos), o neuronal. Un ejemplo posible de este último tipo de mecanismo para la comparación de sucesos

que se siguen con poco tiempo de diferencia (se trata de una memoria a corto plazo) es el que exponemos a continuación, que hemos resumido en la figura 6.2 (Mountcastle, 1967). La interneurona *C* actúa provocando un retraso: cuando *A* se excita, *B* recibe en primer lugar la señal que proviene directamente de *A*, y poco después recibe la señal que ha pasado a través de *C* (debido a que la transmisión sináptica es más lenta que la transmisión por medio de los axones). Por esto, *B* puede recibir, en un momento determinado, dos señales: una que le informa del estado de *A* en el instante $t - 1$, y otra que le informa sobre el estado de *A* en el instante anterior $t - 2$. *B* puede, entonces, comparar los dos sucesos.

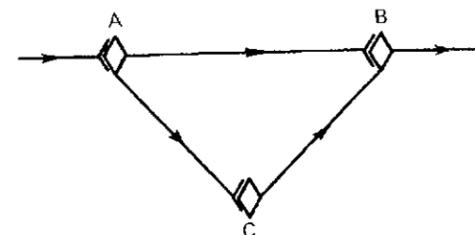


FIGURA 6.2. Sistema comparador de memoria de Mountcastle.

Nuestro segundo ejemplo es lo que ha sido llamado *ojo mental*, o imaginación visual. La visión normal consiste en la actividad de las células del córtex estriado que han sido estimuladas por las señales provenientes de la retina, mientras que las imágenes visuales que formamos cuando cerramos los ojos es la misma actividad, pero esta vez generada internamente. Cualquier sistema neural conectado con el córtex visual puede provocar en él imágenes visuales; y es más fácil de entender si tenemos en cuenta que algunos ruidos, las punzadas de hambre, algunas ideas abstractas, una palabra o un olor, todos y cada uno de ellos pueden producir imágenes visuales. Lo que vale para el soñar despierto vale también para los sueños que se presentan mientras dormimos, y quizás también para el pensar en imágenes. «El mecanismo de las imágenes es un mecanismo de exterocepción aberrante, no una forma de mirar hacia adentro para observar las operaciones de la mente» (Hebb, 1968, p. 468). Por último, es posible que las postsensaciones visuales no sean sino recuerdos visuales que se debilitan rápidamente. Puede ser que ni la retina ni el córtex visual primario hagan nada en estos casos, pero el secundario sí lo hace.

La conclusión a la que hemos de llegar es, por supuesto, que la memoria no es un mero registrar pasivo, sino una actividad de deter-

minados sistemas neurales. Esta actividad no es reproductiva, sino que en unos aspectos es creativa, mientras que en otros es destructiva. Como todos los demás fenómenos mentales, hemos de estudiar la memoria a todos los niveles, comenzando por el nivel molecular: todos los sistemas de memoria pueden resultar influidos por cambios en la composición química del cerebro, pero algunos de ellos pueden ser meros sistemas químicos. A fin de cuentas, los productos químicos son muy eficientes para manipular la memoria. (Por ejemplo, la inyección intracraneal de puromicina y de actinomicina D, dos sustancias inhibitorias de la síntesis de RNA, bloquea el establecimiento de memoria a largo plazo; otras drogas permiten borrar recuerdos bien establecidos, por ejemplo la epinefrina, mientras otras drogas, la fenoxibenzamina, por ejemplo, pueden actuar en contra de esa acción amnésica.) Además, podemos considerar que el propio genoma es un sistema de memoria; en este caso se trataría de un sistema que recuerda parte de la historia pasada de la especie.

Terminamos este punto con la sugerencia de investigar las siguientes conjeturas. Recordar los sucesos corporales podría ser lo mismo que reactivar los esquemas corporales, mientras el recuerdo de los acontecimientos externos podría ser lo mismo que reactivar los mapas del mundo exterior. En los dos casos la reactivación podría ser espontánea o provocada por sucesos que ocurren en algún otro psicossistema o en el sistema nervioso periférico. (Seguramente la piel, el órgano de los sentidos más extenso que poseemos, ha de jugar un importante papel en la memoria sensorial.)

Algunos sistemas de memoria poseen una capacidad que la mayor parte de ellos no poseen, la de aprender. La emergencia de esta capacidad representó un gran salto en la evolución. Antes de llegar a este estadio, la mutación, la recombinación y la selección ciega eran las únicas que podían provocar mejoras en la efectividad del sistema nervioso. Los organismos capaces de aprender no necesitan esperar millones de años para conseguir esas mejoras; se encuentran en condiciones de ampliar enormemente su herencia genética, y lo pueden hacer durante su propia vida. Pero el aprendizaje se merece una sección para él solo.

2. APRENDIZAJE

La definición 2.8 identificaba el aprendizaje con la adquisición de funciones neurales nuevas, por lo que requería la presencia de sistemas neurales plásticos (esto es, que no estuvieran preprogramados). (La plasticidad es una disposición neural; el aprendizaje su realización.) En este sentido podemos decir que todo aprendizaje, por humilde que sea, es creativo, ya que consiste en la emergencia de pautas de actividad neural que no están programadas genética-

mente sino que han sido formadas en la vida del animal. Lo que está programado es la capacidad de aprender.

Fijémonos en que nuestra definición es distinta de la definición conductista habitual, según la cual el aprendizaje es la modificación de la conducta que se efectúa como respuesta a ciertos estímulos. (Sin embargo, nuestra definición cubre también la adquisición de pautas de conducta nuevas, porque todos los ítems de conducta están controlados por algún sistema neural.) No hemos utilizado la definición conductista de aprendizaje (¡por tanto, de conducta!) por tres razones. La primera es que siempre que los estímulos ambientales sean suficientemente fuertes, todas las cosas, desde los fotones y los átomos a las sociedades, adoptarán pautas de conducta nuevas. En particular, organismos tan elementales como las bacterias se comportan de modo diferente cuando se encuentran en medios que tienen acidez distinta, por lo que podríamos decir de ellas que tienen capacidad de aprender. Lo que hace que el concepto conductista sea tan acomodaticio que no es útil. En segundo lugar, porque no podemos acusar al aprendizaje de todos los cambios de conducta que se dan durante el desarrollo; algunos se deben a expresiones secuenciales de determinados genes (y, por tanto, a la síntesis de proteínas nuevas) y a la organización que provocan en el sistema nervioso. En tercer lugar, el aprendizaje del hombre puede ocurrir que no esté acompañado de *outputs* motores y, cuando lo está, puede ocurrir que esos *outputs* no sean específicos y, por tanto, que no sean indicadores de lo que ha sido aprendido. Por ejemplo, el aprender la teoría de conjuntos no se puede distinguir, desde el punto de vista de la conducta, del aprender filosofía.

Con objeto de dar mayor énfasis a la idea de que el aprendizaje es una modificación de la actividad neural, formulamos la

DEFINICIÓN 6.2. Sea E una clase de sucesos o procesos en un sistema neural (que incluye algún subsistema plástico) de un animal a , y sea S la clase de los estímulos (externos o internos) que a puede sentir o detectar. Entonces decimos que a ha aprendido $e \in E$ en presencia de $s \in S$ durante el intervalo de tiempo $[t_1, t_2]$ si y sólo si

- 1) antes de t_1 , cuando a se encontraba en presencia de s , en a no aparecía e ;
- 2) después de t_2 , cada vez que a siente s aparece también e (es decir, a memorizó s).

Como toda la conducta está controlada por algún sistema neural (Postulado 5.1), la definición precedente incluye el concepto de aprendizaje de conducta, esto es, de aprendizaje para efectuar un movimiento. También nos hemos de dar cuenta de que no estamos suponiendo que el estímulo del aprendizaje sea externo, ni que lo que ha sido aprendido está relacionado con el medio. Seguramente la

elaboración de mapas neurales de partes de nuestro entorno es un tipo de aprendizaje, pero aprender teorías es otro tipo distinto.

Según la definición anterior, el aprendizaje es individual; no existe el aprendizaje social. La pretensión de que un grupo social puede aprender solo puede significar que alguno de sus miembros puede aprender a comportarse adaptativamente.

También adoptaremos la

DEFINICIÓN 6.3. *Llamamos experiencia de un animal en un momento determinado al conjunto de lo que ha aprendido hasta ese momento.*

Dicho de otro modo, la experiencia de un animal es el aprendizaje que ha acumulado, esto es, la colección de cambios que han experimentado sus sistemas neurales plásticos. Este conjunto no incluye lo que el animal haya aprendido y olvidado después. Pero sí incluye el aprendizaje no perceptivo, esto es, la experiencia no se limita a la experiencia sensorial, incluye todos los aprendizajes. Como caso particular incluye lo que llamaremos «conocimiento».

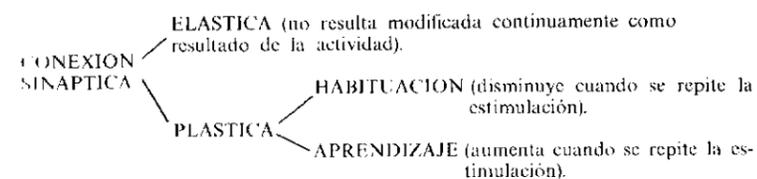
Según la definición que hemos dado, «aprender» a evitar estímulos dañinos no es propiamente aprender, porque puede tratarse de un proceso que no utilice ningún sistema neural plástico; de hecho, consiste en cerrar o bloquear caminos indeseables; por lo tanto, consistirá en reducir, mucho más que en expandir, el espacio de estados del sistema nervioso. Como «aprender» qué no hacer es todo lo que los invertebrados parecen capaces de «aprender» (cf. Young, 1973; Kandel, 1976; Hoyle, 1976), el suyo no está entre lo que nuestra definición incluye como aprendizaje: por tanto, deberíamos volver a bautizarlo, llamándolo, por ejemplo, criba o filtro.

(*A fortiori* no podemos utilizar para nada la teoría inhibitoria del aprendizaje, según la cual «Todo lo aprendido y pensado puede ser considerado como el resultado de una única operación fundamental, la operación de inhibir las respuestas inadecuadas o tendencias propensivas» (Harlow, 1958, p. 282). Si esta hipótesis fuera cierta, el más modesto animal capaz de aprender no sería menos que un Einstein desinhibido. Normalmente se reconoce que la inhibición —como señalaron Mach, Pavlov y Békesy— es tan importante como la excitación, a pesar de lo cual ha sido sistemáticamente olvidada por el conductismo. De lo que no cabe duda es de que ni la inhibición ni la excitación lo explica todo.)

Tampoco la habituación es propiamente un tipo de aprendizaje, y no lo es por la misma razón, porque consiste en el debilitamiento de las conexiones sinápticas existentes (preprogramadas) por estímulos, lo cual tiene como consecuencia una reducción de la emisión de transmisores en la hendidura sináptica (cf. Kupferman, 1975; Kandel, 1976; Fentress, 1976). No cabe duda que el estudio de la habituación tiene gran importancia para la comprensión del apren-

dizaje; muestra cómo es el dual del aprendizaje, con lo que sugiere que el aprendizaje consiste en el reforzamiento de las conexiones sinápticas (hipótesis de Hebb), con lo cual podemos estudiarlo en animales relativamente simples (por ejemplo, en los invertebrados).

Parecen existir tres tipos principales de sinapsis (o, mejor, de conexiones sinápticas), relacionadas con el aprendizaje (Groves y Thompson, 1970):



Podemos decirlo de un modo más preciso, de un modo que se presta más fácilmente a la especulación teórica: la probabilidad de transmisión de impulsos de la neurona aferente (presináptica) a la eferente (postsináptica) a través de una sinapsis puede ser independiente del número de estímulos (*elástica*), puede disminuir con el número de estímulos (*habituación*) o puede aumentar con él (*aprendizaje*) (Fig. 6.3).

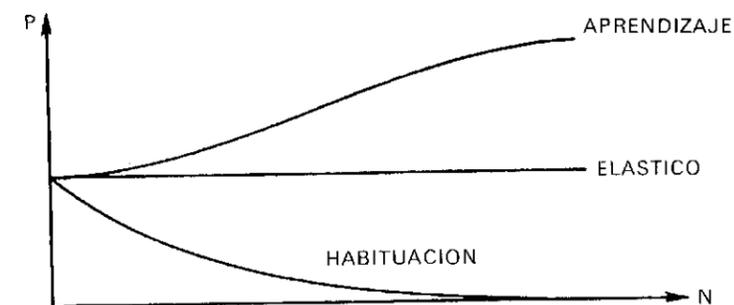


FIGURA 6.3. La probabilidad P de la transmisión de impulsos a través de una conexión sináptica depende del número N de ensayos.

Disponemos de varios modelos matemáticos del aprendizaje de los psicones, que incorporan la hipótesis de Hebb del uso y el desuso. Por ejemplo, el postulado de Amari y Takeuchi (1978), según el cual el aprendizaje de procesos autoorganizados consiste en un cambio de los pesos sinápticos w_i asociados a las señales de entrada x_i , cambio que sigue la ley

$$\tau \dot{w}_i = -w_i + c x_i H(w \cdot x - h),$$

siendo τ una constante de tiempo, c un número positivo que mide la eficiencia del aprendizaje, H la función escalón unidad, h el valor inicial y $w \cdot x$ el producto escalar del vector w de peso sináptico por el vector de entrada x . Si alguno de los estímulos es inhibitorio, el peso sináptico correspondiente será negativo. Al resolver el sistema de ecuaciones anterior nos encontramos con que $w(t)$ es promedio ponderado de $H(u) \cdot x(u)$ desde $-\infty$ hasta t con el factor de peso $(1/\tau) \exp[-(t-u)/\tau]$. Si suponemos que x es una secuencia aleatoria de cierto tipo, se siguen varias consecuencias interesantes. Como suponemos que las neuronas no varían a menos que sean excitadas, sólo pueden aprender lo que se les enseña. La plasticidad no es suficiente; debemos añadirle la espontaneidad si queremos explicar la creatividad. Hablando en términos matemáticos diríamos que precisamos ecuaciones diferenciales de segundo orden. (Recordar Cap. 3, Sec. 2).

Un animal que está aprendiendo está a la vez ampliando su espacio de estados neurales. Esta ampliación puede ser cuantitativa (conserva los mismos ejes) o cualitativa (cambia algún eje) (Fig. 6.4).

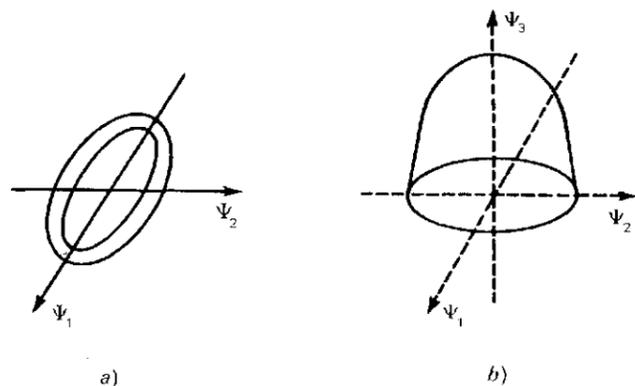


FIGURA 6.4. a) Crecimiento cuantitativo del aprendizaje: más de lo mismo. b) Expansión cualitativa del aprendizaje.

Por ejemplo, cuando un niño forma su primera frase probablemente se encuentra dentro del segundo caso, mientras que al añadir a su vocabulario una palabra nueva probablemente se encuentre en el primer caso. Lo mismo ocurre con el aprendizaje de instrucciones y con el aprendizaje por medio del ensayo y error, que son del primer tipo. Algunos pájaros y mamíferos son capaces de esto, y han sido diseñados computadores que imitan este comportamiento. Descubrir e inventar son actividades del segundo tipo, pero de éstas sólo

son capaces unos pocos vertebrados superiores. (El famoso caso de la macaca japonesa Imo, que descubrió procedimientos nuevos para limpiar las patatas y los granos de trigo, me viene a la mente —perdón, viene a mi cerebro.)

Es probable que el aprendizaje del primer tipo consista en la modulación y coordinación de la actividad de sistemas neurales existentes previamente, mientras que el aprendizaje del segundo tipo consista en la emergencia de nuevos sistemas neurales de tamaño considerable. Aunque podemos reproducir el primer tipo por medio de la teoría de autómatas (por lo menos en principio lo podemos hacer, aunque sólo en sus aspectos estructurales), no podemos hacer lo mismo con el segundo porque la teoría de autómatas trata exclusivamente de sistemas que tienen un espacio de estados fijo dotado con una función fija de paso al próximo estado.

Pero hemos de establecer, tanto experimental como teóricamente, esta distinción entre los dos tipos de aprendizaje. Si llegamos a la conclusión de que es verdadera, ha de tener interés filosófico porque establece una distinción entre tareas rutinarias y actos creativos, y, por tanto, también entre las computadoras (que han sido diseñadas de modo que no puedan ser creativas) y los cerebros humanos (que son los sistemas más creativos que conocemos). Pero esta distinción difícilmente posee relevancia para la distinción mente-cerebro puesto que en los dos casos suponemos que el aprendizaje es un cambio en alguna pauta de la actividad neural. Es una fascinante cuestión científica averiguar si este cambio se da a nivel celular o subcelular (por ejemplo, en la membrana neuronal), o al supracelular (por ejemplo, en la conectividad entre los componentes de un sistema neural; cf. Dunn, 1976; Woollacott y Hoyle, 1977), pero su importancia desde el punto de vista de la ontología es mínima. En los dos casos el aprendizaje sería idéntico a algún cambio material, no a una expansión de la mente. (Además, no tiene por qué existir un conflicto entre los modelos celular y supracelular: bien pudiera ocurrir que el aprendizaje fuera un cambio de determinadas propiedades celulares y de conexiones sinápticas.)

Si nos olvidamos de los mecanismos neurofisiológicos del aprendizaje y nos concentramos en el resultado neto del proceso de aprendizaje, nos encontramos con lo siguiente. El aprendizaje es un proceso estocástico, esto es, una sucesión de acontecimientos cada uno de los cuales tiene una probabilidad definida. En el caso sencillo de un animal al que se le hace aprender una lista de N ítems, podemos considerar que el proceso de aprendizaje del ítem i es un salto, cuya probabilidad es p_i , desde un estado de inocencia (ignorancia) I a un estado F de caída (conocimiento). Más precisamente, para cada ítem se presentarán cuatro acontecimientos: $\langle I, I \rangle$, con probabilidad $1 - p_i$, $\langle I, F \rangle$, con probabilidad p_i , $\langle F, I \rangle$ con probabilidad q_i , y $\langle F, F \rangle$ con probabilidad $1 - q_i$. La figura 6.5

muestra la matriz de transición del ítem i . La matriz total de aprendizaje de los N ítems es la matriz compuesta constituida por las N matrices L_i . Este modelo sumamente sencillo describe el aprendizaje a la primera (al primer ensayo), esto es, los procesos de aprendizaje tipo todo o nada. (Estos procesos de aprendizaje son más comunes de lo que normalmente se cree. Por ejemplo, una rata no necesita probar la comida envenenada, o un perro no necesita lamer una llama cien veces antes de aprender que esos estímulos son nocivos; les basta con una experiencia.) Por supuesto, el modelo puede ser generalizado a casos de aprendizaje con múltiples ensayos.

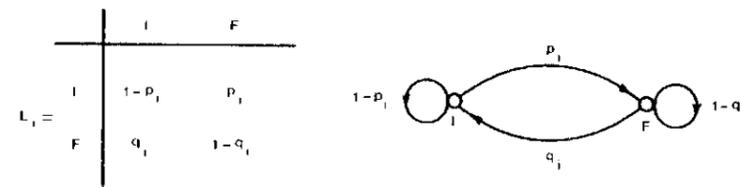


FIGURA 6.5. El aprendizaje como proceso estocástico respecto a la conducta: matriz de aprendizaje y el gráfico de Moore correspondiente.

Los modelos de aprendizaje estocástico del tipo que acabamos de ver son bastante adecuados con respecto a la conducta, que es lo que estudian casi todos los psicólogos matemáticos. Pero estos modelos tienen dos limitaciones importantes. Una es que difícilmente son teorías que consigan explicar nada: de hecho se trata sobre todo de resúmenes de datos. Otra es que consideran que el aprendizaje es un proceso discreto, mientras que si el aprendizaje es una modificación de la permeabilidad de la membrana o de la conectividad sináptica, entonces lo más probable es que incluso el aprendizaje rápido sea un proceso continuo desde el punto de vista fisiológico. Hasta la denominada teoría del aprendizaje por hipótesis (Levine, 1974), que postula la formación repentina y la aceptación o rechazo inmediato de hipótesis durante las tareas de aprendizaje, es consistente con la hipótesis de que esos cambios son procesos neurales continuos más que saltos. Por tanto, la tesis conductista de que todo el aprendizaje *debe ser* discreto (Estes, 1962; Greeno, 1974), tan sólo porque el conductista sólo tiene en cuenta las manifestaciones de la conducta, significa dejar voluntariamente de lado lo que de verdad efectúa el aprendizaje, al sistema nervioso plástico.

El tratamiento que la teoría de la información da al aprendizaje no es mucho mejor: no se limita a ignorar la especificidad física,

química y biológica del SNC, sino que, como mucho, podrá dar cuenta de la conducta evasiva, por ejemplo, la huida. Al igualar el aprendizaje con el aumento de información, esto es, con la «congelación» de algunas de las salidas posibles del sistema, lo que consigue es no hacer determinadas «cosas». (La cantidad de información transportada a un sistema por una señal es igual a la reducción del número de opciones al alcance del sistema.) Esto es lo que ocurre cuando se da conducta aversiva, pero no cuando un animal aprende a hacer «cosas» nuevas, para las que no ha sido programado; en estos casos tiene lugar una expansión de los *outputs*, no una restricción, con lo que no se puede decir que ha recibido y procesado información. Moraleja: Si quieres aprender como aprenden los animales, estudia sus mecanismos específicos de aprendizaje en lugar de considerarlos como una caja negra, en particular un procesador de información.

Concluiremos esta sección con algunas observaciones inconexas. En primer lugar, aunque no hemos aprendido a sentir (detectar), tenemos que aprender a percibir. Desde muy temprano aprendemos a externalizar o proyectar las cosas distantes que oímos o vemos, y lo hacemos integrando la información procedente de los diversos sentidos e interpretándola. En segundo lugar, también debemos aprender pronto con quién, y cómo, permanecer relacionado, qué comer, dónde dormir, etc. (Esta clase de aprendizaje temprano, que en general es rápido y perpetuo, aunque experimentalmente podamos perderlo, se denomina *imprinting*.) En tercer lugar, el enfoque psicobiológico del aprendizaje puede sugerir, aunque no lo acompaña necesariamente, el intento de reducir todos los tipos de aprendizaje al tanteo ciego (ensayo y error). Este último seguramente sea universal, pero no es el único tipo de aprendizaje; ya hemos señalado anteriormente que el aprendizaje creativo es de un tipo bien diferente. Además en los humanos adultos, y probablemente también en otros primates, hasta la solución de tareas relativamente sencillas puede efectuarse mediante la elaboración y comprobación de hipótesis (Levine, 1974), lo cual elimina por completo la posibilidad de que el aprendizaje humano sea pasivo. En cuarto lugar, parece que cualquier tipo de estímulo es suficiente para motivar a un animal a aprender. Por ejemplo, sólo con aplicar un clip de papel a la cola de una rata le facilita el aprendizaje de algunas tareas (Koob y otros, 1976). Parece que esto confirma que los sistemas subcorticales juegan un papel en el aprendizaje. Pero esto no es todo: la anticipación y la previsión facilitan el aprendizaje, sobre todo si éste tiene un valor positivo, como ya sabemos que ocurre con los programas de refuerzo. Pero este punto se merece un párrafo aparte.

3. EXPECTATIVA Y PROPOSITO

Ningún sistema físico o químico y casi ningún biosistema es anticipativo, es decir, casi ningún sistema espera nada, por lo que su comportamiento no depende del resultado que espera que tengan sus acciones. Introduciremos a continuación el concepto de anticipación, capacidad que sólo poseen los animales de algunas especies, precisamente aquellas que son capaces de aprender a esperar un premio o un castigo cuando se encuentran en presencia de ciertos estímulos o efectuando determinadas actividades. Un ejemplo conocido son las manifestaciones de alergia del perro a la vista de la correa: quiere anticipar un paseo.

Adoptaremos la

DEFINICIÓN 6.4. *El animal b espera (o prevé) un suceso futuro de tipo E cuando siente un estímulo interno o externo s y se encuentra en el estado t si y sólo si b ha aprendido a asociar s y t con un suceso de tipo E.*

Una definición alternativa, un poco más general que la anterior, emplea la noción de mapa interno o modelo: «Un sistema es un sistema anticipativo si es capaz de construir modelos de determinadas cosas». Decimos que uno de esos modelos anticipa la evolución de una cosa si cada estado del modelo corresponde a un estado de la cosa. (Fijémonos en que mientras los estados de la cosa varían con el paso del tiempo, los del modelo no lo hacen: una vez que el modelo ha sido completado ya han sido dados todos sus estados.) Un modelo será verdadero cuando produzca una anticipación correcta (verdadera) de la evolución de que se trate. Esta definición tiene la ventaja de que la podemos aplicar a sistemas artificiales. (Rosen, 1974, da una definición semejante.)

La expectativa depende de la experiencia, por lo que la observación casual de la conducta, si no va acompañada de algo de información sobre la historia del aprendizaje (experiencia) del animal, no nos permite prever su conducta. Esto sirve, de paso, para responder a la antigua objeción la posibilidad de la psicología humana, la que afirma que, como no hay dos hombres que respondan exactamente de la misma manera a un mismo estímulo, es imposible predecir la conducta humana. Si se me proporcionan la historia y circunstancias de la vida de una persona y se me proporciona una teoría científica de la conducta seré capaz de efectuar previsiones a corto plazo de su conducta.

Como la previsión depende del aprendizaje (y a la inversa), los animales inferiores, que no pueden aprender, tampoco tienen expectativas, con lo que la expectativa, a su vez, ayuda al aprendizaje. Los experimentos demuestran que el grado de desempeño de los animales superiores es muy sensible al valor de los resultados

(premios o castigos). Los animales que tienen capacidad de expectativa pueden regular el esfuerzo que ponen en hacer las cosas.

El dual de la expectativa es la sorpresa. Si podemos cuantificar la expectativa, también podemos hacerlo con la sorpresa, sea como la recíproca o como el complemento de la primera. Pero las dos se basan en el aprendizaje: un animal que no sea capaz de aprender nunca se verá sorprendido ni frustrado.

Parece que todos los vertebrados tienen órganos cuya función es anticipativa o preparatoria. *Ejemplos:* Las glándulas salivares secretan saliva a la vista de comida; las células receptoras de glucosa que se encuentran en el intestino señalan al páncreas la cantidad de dicha sustancia, lo cual estimula la producción de insulina; y la glándula suprarrenal, estimulada por el SNC, secreta epinefrina al prepararse para volar o para el combate. En todos estos casos hay un subsistema que alerta a otro. Además, en todos estos casos las funciones anticipativas son casi autónomas o completamente autónomas. A nadie sorprende que el cerebro de los mamíferos también tenga funciones anticipativas muy refinadas, y por tanto que algunos animales puedan prever y prepararse a sí mismos para lo que pueda venir. Podemos decir que se comportan como si persiguieran algún objetivo o tuvieran algún propósito.

Todo, o casi todo, lo que un animal hace posee valor biológico o es, como mínimo, indiferente (de no serlo pronto moriría), y mucho de ello está programado genéticamente y no dirigido a objetivos. Fijémonos en una hormiga que transporta una hoja a su hormiguero: sobrepasa y se libra de obstáculos tan formidables y actúa de modo tan persistente que nos sentimos tentados a atribuirle propósitos e incluso tenacidad. Además su conducta es acorde con el criterio ya hace mucho propuesto por William McDougall de direccionalidad hacia objetivos, según el cual «Una acción está dirigida a un objetivo si su resultado es invariante (dentro de ciertos límites) aunque cambien las circunstancias bajo las cuales se ha de efectuar» (cf. Ackoff y Emery, 1972). Sin embargo, una hormiga no tiene más remedio que comportarse como lo hace: está programada genéticamente para actuar de este modo, y su sistema nervioso es excesivamente primitivo como para ser capaz de esperar nada, ni siquiera para guiar a su poseedor utilizando para ello la expectativa de algún objetivo. (Ver Hoyle, 1976, donde habla de las «cintas motoras» que controlan la conducta de los insectos.) En consecuencia, el criterio que antes mencionamos referente a la direccionalidad hacia objetivos es inadecuado, mucho más si tenemos en cuenta que hasta la corriente de un río que va hacia el mar también lo cumple. Asimismo, en este caso persiste la corriente aunque se den cambios en las circunstancias, hasta el extremo de que el agua sortea obstáculos y hasta puede cambiar su curso desde el nacimiento hasta la desembocadura.

La conducta innata o estereotipada no puede estar orientada

a objetivos porque el animal se limita a efectuarla. La única conducta que *puede* tener propósito es la aprendida, porque la expectativa presupone un aprendizaje (Definición 6.4). Seguramente vez que un animal haya aprendido las acciones que conducen a un objetivo puede automatizarlas hasta el extremo que llega un momento en que parecen innatas. Pero si las pautas de conducta poseen un propósito genuino, el animal no es, ni mucho menos, prisionero suyo, sino que debe ser capaz de corregirlas en el caso de que fallen.

En resumen, todas las conductas que tienen un propósito son conductas aprendidas y, por serlo, también son motivadas: el resultado provoca una reducción en la motivación. (No estamos exigiendo que el objetivo sea valioso desde el punto de vista biológico en todos sus aspectos, porque en el caso del hombre debemos tener en cuenta los vicios, que son autodestructivos.) La acción también debe ser anticipativa: el animal debe ser capaz de prever, hasta cierto punto, los resultados. Resumimos todo esto en la

DEFINICIÓN 6.5. Una acción *X* de un animal *b* tiene el propósito u objetivo *Y* si y sólo si

- 1) *b* puede elegir no hacer *X*;
- 2) *b* ha aprendido que si hace *X* consigue *Y* o por lo menos aumenta las posibilidades de conseguirlo;
- 3) *b* espera que después de hacer *X* se dé *Y*;
- 4) *b* valora *Y*.

Observemos las condiciones para que una acción tenga un propósito: libertad, aprendizaje, expectativa y valoración. Es obvio que las máquinas, independientemente de cuál sea su grado de sofisticación, no cumplen estas cuatro condiciones, por lo que no pueden estar dirigidas a un objetivo. La mayoría de las conductas de los animales no están dirigidas a objetivos: parecen estarlo por su gran eficiencia, pero esta eficiencia es el resultado de un proceso evolutivo largo y costoso cuyo resultado son mecanismos de control que funcionan de modo autónomo, que no precisan de la intervención de ningún sistema neural plástico, por lo que ni el aprendizaje ni la expectativa tienen nada que ver con ellos. Por ejemplo, casi todos los animales amamantan y crían a sus descendientes de un modo espontáneo (no aprendido), que es el resultado de cambios hormonales poco conocidos, pero no lo hacen porque se encuentren ansiosos por perpetuar la especie. Los primates, por el contrario, deben aprender a comportarse de modo adecuado: su impulso sexual es innato, pero los cortejos y la copulación se aprenden y están dirigidos a objetivos.

Es imposible exagerar el biovalor de las acciones que tienen un propósito: son casi tan efectivas como la conducta estereotipada (programada rigidamente), y mucho más todavía que la conducta causada por *inputs* (como la respuesta refleja de la rodilla) o modu-

lada por *inputs* (como el andar de la hormiga o el arrastrarse de la culebra). (Es bastante interesante el que los dos extremos de esta escala de conductas estén generados endógenamente; el primero es independiente de los estímulos ambientales, y el cuarto está modulado o determinado por ellos, pero no lo causan.) Pero el biovalor o eficiencia no es un indicador fiable de que la conducta tenga un propósito, como tampoco lo es que existan mecanismos de control. Todos los animales multicelulares tienen mecanismos de control moleculares y celulares que regulan la producción de sucesos que tienen valor biológico y, sin embargo, no se les puede otorgar la propiedad de estar dirigidos a un propósito. La conducta dirigida a objetivos implica la existencia de controles que, a su vez, implican biovalores; pero las implicaciones recíprocas son falsas.

Los dualistas pretenden que la conducta que tiene un propósito confirma su doctrina, porque es muy probable que los propósitos no puedan ser entidades físicas ni sucesos. Esta concepción todavía está muy extendida, pero fue derribada por la cibernética, al conseguir esta ciencia proponer un mecanismo general concreto de acción dirigida a un propósito, el bucle de retroalimentación negativa (Rosenblueth y otros, 1943, 1950). Algunos de los modelos neurales construidos han conseguido explicar muchas pautas de conducta dirigida a propósitos (cf. Milner, 1977). Según estos modelos, los propósitos no son estados o entidades de una mente inmaterial sino pautas concretas de actividades neurales. Esta concepción concuerda con la biología evolutiva mejor que la concepción mentalista del propósito, porque la biología evolutiva tiene como objetivo explicar la emergencia de conductas dirigidas a objetivos como resultados que no tienen nada que ver con designios sobrenaturales.

Como ya hemos definido la noción de objetivo, ya estamos en condiciones de definir la de medio:

DEFINICIÓN 6.6. Una acción *X* de un animal *b* es un medio conveniente para que *b* consiga su objetivo *Y* si y sólo si cuando *b* efectúa *X* se da *Y* o aumenta la probabilidad de que se dé.

4. NATURALEZA Y EDUCACION

La experiencia (aprendizaje acumulado) de un animal depende de su carga genética y de su(s) entorno(s). La herencia proporciona el potencial y el medio las posibilidades para hacer realidad parte de él. (Henry Fielding ya lo dijo en *Tom Jones* hace más de dos siglos.) (Fig. 6.6.) Una herencia rica es inútil en un medio pobre, mientras que un medio rico no compensa una herencia pobre. (Por tanto, no bastará la clonización para producir genios en masa.)

La interrelación existente entre herencia y medio (con la impo-



FIGURA 6.6. La experiencia cabalga sobre la herencia. Las potencialidades son generalmente mayores en la madurez que en el nacimiento porque algunos genes se «manifiestan» tardíamente, por lo que en la madurez pueden darse reacciones químicas nuevas que eran imposibles en la infancia.

sibilidad consiguiente de reducir todo a lo innato o al medio) no es tan obvia en ninguna parte como en el desarrollo del cerebro mamífero desde la infancia hasta la vejez. Consideremos los siguientes hechos. *a)* Es inútil intentar que niños muy jóvenes o retrasados aprendan materias avanzadas; *b)* el desarrollo es mucho más lento en medios subdesarrollados en los que no se puede proporcionar una alimentación adecuada (Provence y Lipton, 1962) ni la suficiente variedad de estímulos; *c)* la crianza tiene efectos anatómicos y químicos observables sobre la estructura cerebral, sobre todo sobre el espesor del córtex, las ramificaciones dendríticas y la cantidad de neuroglías (ver Bennet, 1976; Diamond y otros, 1976; Rosenzweig y otros, 1976); *d)* hasta los genios pueden tornarse seniles cuando viven lo suficiente.

La organización del cerebro de los animales adultos, y, por tanto, la de su repertorio de conducta, depende tanto de su carga genética como de las oportunidades que su medio les ha ofrecido, sobre todo en la primera etapa de su vida. (El cerebro de los primates es tan plástico que su córtex sensorial puede aprender a ver correctamente cuando dotamos al animal con lentes que invierten las imágenes. Y es tan creativo que puede alterar deliberadamente su medio para conseguir sus propósitos.) El monismo psiconeural no tiene ninguna dificultad para comprender el desarrollo y la involución de las capacidades mentales, y lo hace en términos de emergencia y colapso (funcional) de sistemas neurales. Por el contrario, el dualismo psicofísico no tiene pistas sobre cómo pueda ser la maduración y decadencia de la mente inmaterial.

El humano recién nacido no tiene mente (Delgado, 1969) - a pesar de los mitos psicoanalistas. En primer lugar, porque algunas neuronas no se forman hasta después del nacimiento. En segundo, porque algunas (quizás la mayor parte) de las conexiones dendríticas entre las neuronas se desarrollan después del nacimiento. En tercer lugar, porque las neuronas de las áreas sensoriales son al principio pobres en RNA y proteínas, por lo que no tienen desarrollo bioquímico a menos que reciban *inputs* sensoriales. En cuarto lugar, porque las diversas funciones del cerebro del recién nacido no se encuentran integradas: no constituyen un sistema funcional. (Razón

por la cual el cuerpo calloso, que es el que establece un puente entre los dos hemisferios cerebrales, continúa desarrollándose en los humanos hasta los diez años.) En quinto lugar, porque la percepción no es innata, sino que se aprende. Por esto un humano que haya sido criado en un medio extremadamente pobre no habrá aprendido, ni siquiera, a percibir correctamente. Recordemos el caso de los pigmeos de los bosques tropicales que, cuando fueron llevados a la sabana, confundieron una manada de búfalos con insectos. Y olvidémonos de los pollos y algunos otros animales que, a diferencia de los humanos, perciben correctamente tan pronto como nacen: ahora nos estamos ocupando de los hombres, y las extrapolaciones de otras especies no siempre convienen.

En resumen, el cerebro humano que no ha sido educado difícilmente posee una mente humana, como el propio Kant recalcó a pesar de su innatismo. Las consecuencias prácticas de esta concepción desarrollista de la mente son numerosas e importantes (por ejemplo, de ellas se deriva la importancia de una educación adecuada a la edad y la falta de bases que tienen las fantasías sobre una vida mental intrauterina e infantil). Por decirlo muy brevemente: de entre todas las funciones corporales, las funciones que se pueden modificar más fácilmente son las funciones mentales; lo cual es otra manera de decir que el cerebro humano es el más versátil y autoorganizador de los sistemas del mundo conocido (Luria, 1973).

Afirmar que el recién nacido no tiene mente es lo mismo que sostener que no existen ideas innatas, ni intuiciones *a priori* ni concepciones del mundo heredadas. Lo único que tiene es un SNC heredado, que posee unos circuitos definidos (parte de los cuales son rígidos - están preprogramados - y parte de los cuales son plásticos - se pueden programar -), y un medio natural y otro social que también ha heredado. Por lo cual hay ideas que son más fáciles de adquirir que otras. Por tanto, nuestra imagen del mundo externo no es sólo el resultado de los estímulos provenientes del exterior y de la mentación activa (sobre todo, de la conjeturización), sino también de nuestra carga genética y de nuestra herencia social. Por tanto, independientemente de la cantidad de información que llegue a un animal y lo variada que sea, no la podrá absorber como no estén preparados para hacerlo su SNC heredado y su experiencia.

Cada humano recién nacido tiene un conjunto único de potencialidades. Dependiendo del medio él o ella se desarrollará hasta ser un granjero, un administrador o un intérprete. No es que él o ella está destinado biológicamente, o predeterminado, a ejercer uno de estos oficios: no existen genes de granjeros, gerentes ni intérpretes. Las potencialidades genéticas son mucho más generales que todo esto: la potencialidad de aprender a efectuar *algún* trabajo manual, a negociar *algún* asunto, a hablar *alguna* lengua. Las circunstancias, que siempre son específicas, son las que canalizan esas potencialida-

des innatas, que son generales, hasta conseguir actualizarlas. No es que el medio elija o seleccione determinada potencialidad innata concreta, como la de ser capaz de aprender chino. Más que filtrar potencialidades especiales, lo que hace el medio es transformarlas en específicas gracias a que proporciona (o excluye) las posibilidades para que se desarrollen. Igual que ocurre en el desarrollo biológico, el medio controla el desarrollo mental, pero no lo produce, lo cual no es sorprendente puesto que el desarrollo mental es un aspecto del desarrollo biológico. (Con una diferencia: el desarrollo mental humano está controlado por un medio que es social además de natural.)

Nuestras funciones mentales las tenemos modeladas desde el nacimiento de diversos modos más o menos sutiles. Están moldeadas por las cosas con las que nos relacionamos y por las cercanas: por nuestros semejantes y nuestros animales, por nuestros profesores y maestros, y, sobre todo a partir de cierta edad, por nosotros mismos, por nuestra búsqueda activa de ciertos estímulos y cosas que hacer, y por la evitación de otras. Por supuesto, también existen modos más brutales y rápidos de efectuar cambios radicales en nuestras funciones mentales, como las lesiones cerebrales y la cirugía cerebral, las conmociones, estimulaciones eléctricas y las drogas (con fuerzas muy diferentes, pues van desde el té hasta la heroína). Algunos de estos estímulos, sobre todos los estímulos eléctricos moderados, pueden provocar o bloquear procesos cerebrales de todo tipo: percepción, imaginación, recuerdo, emoción, dolor, placer, etc. (cf. Penfield, 1958).

Si lo mental fuera inmaterial sería imposible influirlo utilizando medios físicos, químicos o quirúrgicos. Como si podemos influirlo con estos medios, incluso conseguir su destrucción completa, hemos de concluir que lo mental no es inmaterial (lo cual es un sencillo ejercicio de lógica). Además, lo que modifican esos instrumentos físicos, químicos y quirúrgicos es determinadas funciones (procesos) cerebrales, por lo que es obvio que la mente es un sistema formado por determinadas funciones del SNC. El dualismo sólo puede librarse de esta conclusión ignorando la gran cantidad de evidencia experimental o sosteniendo que lo que dirige el trabajo cerebral es un espíritu incorpóreo. De las dos maneras se sale de los límites de la ciencia. Uno de los neurocientíficos que se ha salido de estos límites es Eccles (1978, p. 7), que afirma: «Fuera de la ciencia se encuentran los problemas existenciales, el de la existencia del cosmos por una parte, y por la otra el de la existencia de nuestra propia conciencia [...] Estos problemas existenciales requieren una explicación sobrenatural que ha de ser admitida por nosotros [sic], los científicos, con toda humildad.»

CAPITULO 7

PENSAR Y SABER

1. PENSAR

Elaborar conceptos, proposiciones, problemas y órdenes son ejemplos de pensamientos; también lo son comparar y transformar conceptos, proposiciones, problemas y órdenes. El pensamiento puede ser visual (utiliza imágenes), verbal (utiliza palabras) y abstracto (utiliza fórmulas). Puede ser caótico u ordenado, creativo o rutinario. Suponemos que el pensamiento, sea del tipo que sea, es una actividad de algunos sistemas neurales plásticos. (Además, en los humanos diestros el pensamiento racional lo efectúa sobre todo el neocórtex asociativo izquierdo.)

El pensamiento es probablemente una de las actividades mentales que más afectadas se ven por los cambios químicos y por los cambios de las propiedades básicas de las neuronas. Por ejemplo, los humanos que no sean capaces de oxidar el aminoácido fenilalanina no pueden pensar; una hipofunción tiroidea (una producción insuficiente de hormonas por la glándula tiroidea) produce cretinismo; los individuos normales no pueden pensar correctamente cuando se encuentran en situaciones de estrés (situación que frecuentemente conlleva un desequilibrio hormonal) o bajo la acción de drogas psicótropas. Los que creen en la inmaterialidad de la mente deben ignorar la amplia evidencia existente en favor de la hipótesis de que el contenido y grado de desempeño del pensamiento depende de variables fisiológicas. Y si desean ser consistentes nunca recurrirán a estimulantes como la cafeína y la nicotina.

Aquí nos limitaremos en nuestro tratamiento a dos procesos básicos de pensamiento: la adquisición de conceptos y la formación de proposiciones. Comenzaremos por el primero, esto es, con el proceso de formar clases, como la clase de los gatos o la de los triángulos. Hay evidencia que afirma que este proceso es una función de sistemas neuronales. Hubel y Wiesel (1962) descubrieron que el córtex visual estriado del gato y del mono contienen neuronas de dos clases: neuronas «simples», que sólo responden a estímulos retinales muy especiales, y neuronas «complejas», que responden a estímulos retinales mucho más variados. No hay problema alguno

en conjeturar que en cualquier otro lugar del córtex existen unidades neurales con funciones mucho más generales.

Se puede incrementar esta generalidad (o escasa discriminación) si multiplicamos el número de unidades, o si las conectamos de tal modo que la unidad resultante responda a cualquiera de los estímulos de cierto tipo, independientemente de diferencias individuales. Supondremos que este es el caso de los vertebrados superiores, esto es, los córtex asociativos de estos animales contienen psicones (fijos espacialmente o itinerantes) que son capaces de no fijarse en las diferencias existentes entre los estímulos (internos o externos) de cierto tipo (por ejemplo, las diferencias en los plumajes de los pájaros). Dicho de otro modo, hacemos la hipótesis de que un animal es capaz de elaborar determinado concepto precisamente en el caso en que esté dotado de un sistema neural plástico (psicón) cuya función o actividad sea aproximadamente la misma siempre que sea estimulado por cualquiera de los estímulos que pertenecen a determinado conjunto de estímulos. Es obvio que este supuesto sólo sirve para conceptos «concretos», esto es, clases de cosas o sucesos reales. Una manera de explicitar todo esto es adaptar el

POSTULADO 7.1. Sea C un conjunto de cosas o sucesos (simultáneos o sucesivos). Existen animales equipados con psicones cuya actividad está causada, o provocada, directa o indirectamente, por cualquiera de los miembros de C , siendo indiferente qué miembro concreto de C la active.

DEFINICIÓN 7.1. Sea C una clase de cosas o sucesos y b un animal que satisface el Postulado 7.1 (esto es, un animal que posee un psicón que resulta activado de un modo uniforme por cualquiera de los miembros de C). Entonces decimos que b elabora un concepto $\theta_b(C)$ de C (o concibe C , o piensa en C) si y sólo si la actividad (el proceso, la función) que un elemento de C estimula en el psicón correspondiente de b es igual a $\theta_b(C)$.

Ejemplo: Según nuestra hipótesis, cada concepto correspondiente a un color estará a cargo de un psicón determinado, mientras que el psicón para el concepto general «coloreado» será uno que resulte activado por cualquiera de los psicones específicos de color.

Consideremos a continuación la formación de proposiciones, problemas u órdenes. Sospechamos que la operación que tiene lugar en todos estos casos es un emparejamiento de psicones o asociación neural (que es la «base material» de la asociación psicológica). Consideremos los casos siguientes:

«Los niños están desvalidos» apareja «los niños» con «están desvalidos».

«¿Por qué están desvalidos los niños?» apareja el enunciado previo con uno o más psicones que son capaces

de buscar una respuesta, por ejemplo, «porque son débiles e inexpertos».
«¡Proteged a los niños!» empareja el concepto de obligación de proteger con el de niños.

En todos estos casos hay dos psicones (que posiblemente sean columnas corticales) que resultan activados, uno para cada concepto (o grupo de conceptos). La actividad secuencial de este sistema de dos componentes consiste en pensar la proposición, el problema o la orden correspondiente. Este esquema se puede generalizar fácilmente a proposiciones, problemas e instrucciones complejos. Podemos encapsular esta idea en el

POSTULADO 7.2. Pensar una proposición (o problema o instrucción) es (idéntico a) la activación secuencial en un orden determinado de los psicones cuyas actividades son los conceptos que aparecen en la proposición.

Fijémonos en las diferencias entre una proposición y una oración. La misma proposición, por ejemplo, «Te amo», la podemos expresar por medio de muchas oraciones, como «Tú eres amada por mí», «I love you», «Ich liebe Dich». Es de suponer que después de oír estas oraciones la parte pensante del cerebro descarta las que no comprende y asocia todas las demás con una única proposición. También debemos fijarnos en las diferencias entre proposiciones (que son objetos conceptuales) y los pensamientos proposicionales: aquéllos son ficciones mientras que éstos son procesos cerebrales. Así, por ejemplo, «Sus labios son rojos y tentadores», «Sus labios son tentadores y rojos», «Rojos y tentadores son sus labios», «Tentadores y rojos son sus labios» son oraciones diferentes y también pensamientos proposicionales diferentes. Pero todas expresan una misma proposición; es decir, preferimos ignorar sus diferencias (materiales) y, de este modo, fingir que sólo son una (proposición).

Al escuchar una frase ambigua, como «Madres amantes», nuestro cerebro oscila, presumiblemente, entre dos pensamientos; o sea: resultan activados alternativamente dos psicones. Esta oscilación (duda) puede continuar hasta que alguna otra pista (contextualización) permita al cerebro eliminar la ambigüedad de la frase, esto es, bloquear la actividad del psicón que no es pertinente. Suponemos que la formación y disolución de creencias sigue un procedimiento paralelo, es decir, proponemos el

POSTULADO 7.3. Sea b un animal, p y q proposiciones, y τ un intervalo de tiempo. Entonces

- 1) b cree p durante τ si y sólo si b tiene un psicón para p que resulta activado durante τ ;

- 2) *b* considera *p* durante τ si y sólo si *b* tiene psicones para *p* y otras proposiciones relacionadas con *p* activadas durante τ ;
- 3) *b* se encuentra indeciso entre *p* y *q* durante τ si y sólo si *b* tiene psicones para *p* y *q* durante τ tales que la activación del psicon de *p* inhibe al de *q* y a la inversa (esto es, cíclicamente);
- 4) *b* cree más *p* que *q* durante τ si y sólo si *b* duda entre *p* y *q* durante τ y la actividad del psicon de *p* es más intensa durante τ que la actividad del psicon de *q*.

Aquí no aparecen para nada la probabilidad ni la verdad: las cuestiones de creencia son cuestiones psicológicas que, por tanto, están sometidas a investigación experimental (a pesar de los autores que defienden teorías *a priori* de la creencia). Es perfectamente posible evaluar los grados de creencia o crédito que un individuo humano asigna a ciertas proposiciones, estableciendo así su sistema de creencias. He aquí, en todo caso, una definición posible del concepto:

DEFINICIÓN 7.2. Sea P_b un conjunto de proposiciones que puede pensar un animal *b* en el momento *t*, y sea $w_{bt}: P_b \rightarrow [-1, 1]$ una función parcial de P_b al intervalo real formado por los dos intervalos unidad, tal que $w_{bt}(p)$ para un *p* de P_b es el valor o peso que *b* asigna a *p* en el momento *t*. Entonces el sistema de creencias de *b* en el momento *t* es la estructura $B_{bt} = \langle P_b, w_{bt} \rangle$.

La función de peso w_{bt} puede cambiar con el paso del tiempo; de hecho, en determinados estados cambia dramáticamente. Es una función parcial, no total, porque algunas proposiciones de P_b ni las creemos ni las dejamos de creer.

Ahora que ya hemos bosquejado modelos para la adquisición de conceptos, la formación de proposiciones y la asignación de credibilidad a las proposiciones, podemos enfrentarnos al problema de formar estructuras complejas, como pueden ser la intersección de conjuntos y el pensamiento de secuencias de proposiciones. Suponemos que estos son casos en los que se produce una activación de psicones en cadena, por lo que no se trata de una asociación simultánea de ideas en una mente inmaterial, que era como lo explicaba el empirismo inglés. Dicho de otro modo, suponemos el

POSTULADO 7.4. Una secuencia de pensamientos sobre proposiciones es (idéntica a) la activación secuencial de los psicones cuyas actividades son las proposiciones de la secuencia.

Esto sirve para «cadenas de pensamientos», y, en particular, para las inferencias. También sirve para las conjunciones y, en particular, para las inducciones (o generalizaciones inductivas). Hemos de suponer que todos los animales superiores tienen la capacidad de formar esas proposiciones. Además, el mecanismo de inducción debe ser tal que permita elaborar generalizaciones a partir de un único

elemento. (Lo que exige el examen de todos, o por lo menos de un porcentaje adecuado, los elementos puestos en conjunción, es la contrastación de la verdad de las generalizaciones resultantes.)

(Hemos de reconocer que sabemos poco acerca de las transformaciones u operaciones mentales en términos psicobiológicos. Sin embargo, es plausible que exista un sistema mínimo de transformaciones mentales. Piaget sostuvo que este sistema constituía una estructura de grupo. Pero no especificó el conjunto cuya estructura es un grupo. Suponemos que se trata del conjunto de actividades neurales concretas de tipo mental, y que la estructura mínima de este conjunto es más rica que la estructura de grupo. Con mucha osadía nos atrevemos a postular que el espacio de sucesos del córtex asociativo del humano adulto tiene la estructura de un retículo con complemento único cuyos elementos ínfimos son las conjunciones y los supremos las disyunciones. A partir de esta estructura básica podemos construir múltiples estructuras adicionales. En particular, podemos concebir la inferencia deductiva como la ascensión por ramas determinadas de un retículo de este tipo, es decir, como la activación secuencial de los psicones pertenecientes a filtros que están contruidos sobre el retículo. Esto nos permite definir un tipo particular de inteligencia, que podemos denominar *inteligencia lógica*, del modo siguiente: Un animal posee *inteligencia lógica* si y sólo si es capaz de pensar y algunos de sus pensamientos poseen la estructura de un retículo con complemento único.)

Este modelo del pensamiento es compatible con los modelos de Hebb (1949) y Bindra (1976). Los tres tienen un precedente en el modelo de McCulloch y Pitts (1943) (en McCulloch, 1965), que quizás sea el primer modelo neuronal de la ideación. Pero estos modelos más antiguos no sirven por las razones siguientes: a) atribuyen a neuronas individuales la capacidad de pensar proposiciones, con lo que no se enfrentan al problema de la formación de proposiciones; b) identifican la negación de una proposición con la inhibición de la neurona que «encarna» la proposición en lugar de identificarla con la activación de la unidad que piensa la negación de la proposición dada (esto es, identifican la negación de una proposición con no pensarla, en lugar de considerarla una clase particular de pensamiento); c) carecen de la flexibilidad que se les ha de atribuir a los psicones para que puedan explicar los pensamientos erráticos, los errores y los efectos de las emociones.

El pensamiento racional es un pensamiento que está controlado por una serie de pensamientos guía, por ejemplo, «Evita la contradicción», «Comprueba qué se sigue» y «Proporciona evidencias». Parece ser que este control racional del pensamiento es peculiar de los humanos; más aún: parece ser bastante reciente y no estar excesivamente extendido. (Además, estos controles no funcionan la mayor parte del tiempo. No actúan durante los sueños, que son pensa-

mientos del grado menor, pictóricos y desenfrenados.) Pero lo que es relevante al asunto mente-cerebro es que el pensamiento (racional o irracional) es una operación del «telar encantado» (esta es la descripción que dio Sherrington del cerebro viviente). Además, es una operación que no sólo ocupa psicones, sino también centros motores, áreas sensoriales y glándulas endocrinas. Por tanto, el pensamiento puro, o la razón pura, parecen ser biológicamente imposibles. Que esto es así, lo sugiere el siguiente experimento imaginario.

Supongan que aisamos el córtex asociativo del resto del mundo, pero seguimos proporcionándole oxígeno y nutrición adecuada. Estamos suponiendo, entonces, que hemos bloqueado o cortado todas las fibras nerviosas aferentes y eferentes que conectan el córtex asociativo con el resto del cerebro y con los órganos de los sentidos. Si esto fuera posible, nos encontraríamos con que el córtex se encuentra todo el tiempo dormido, porque la formación reticular (que se encuentra en el tallo cerebral) regula el tono cortical (cf. Magoun, 1958). Si restableciéramos la conexión con el tallo cerebral tampoco serviría de mucho: el córtex sería capaz de alucinar, pero la ausencia de entradas sensoriales haría que no fuera muy activo, y en todo caso no haría más que ocuparse de pensamientos puramente racionales. En realidad, no hace falta imaginar un bloqueo tan completo del córtex porque esto es precisamente lo que hace la denominada meditación trascendental, que no es otra cosa que dormir (de donde se deriva el valor terapéutico que tiene la meditación trascendental) (Pagano y otros, 1976). Resumiendo todo esto en términos clásicos tenemos: *a*) la razón pura es imposible; *b*) la razón y la emoción son actividades de sistemas distintos que interactúan. Siendo así, en lugar de pretender suprimir las emociones (como piden los racionalistas) o la razón (como desearían los irracionistas), mejor haríamos intentando equilibrarlas. Esta es la crítica neurofisiológica de la razón pura y de la emoción pura.

Hemos distinguido los constructos de los pensamientos sobre ellos (por ejemplo, hemos distinguido las proposiciones de los pensamientos (proposicionales) sobre ellas). Los pensamientos son, a diferencia de los constructos, procesos cerebrales. Por tanto, no puede haber dos pensamientos que sean completamente idénticos. Nadie piensa dos veces exactamente de la misma manera el número 5, o la luna, aunque sólo sea porque nunca pasamos exactamente por los mismos estados. Pero lo que sí podemos suponer es que todos los procesos de pensamiento que producen el 5 (o cualquier otro constructo) utilizan las mismas pautas neurales, esto es, son equivalentes en un aspecto esencial. Dilucidamos esta noción por medio de la

DEFINICIÓN 7.3. *Dos pensamientos son equivalentes si y sólo si consisten en pensar el mismo constructo. Es decir,*

$$\mathcal{P}_a(C) \sim \mathcal{P}_b(C) \quad \text{si y sólo si } C = C' \quad \text{siendo } a \text{ y } b \text{ animales cualesquiera.}$$

Sería deseable definir un constructo como un conjunto de sucesos neurales equivalentes en lugar de presuponer el concepto de constructo. Si lo hiciéramos así podríamos enraizar los constructos en los sucesos neurales a la vez que conservamos su propiedad de ser abstractos (en particular, la de no ser espaciotemporales). Pero no hemos sido capaces de encontrar la relación de equivalencia adecuada que nos permitiría dicha definición.

Resumiendo: el pensamiento es un proceso cerebral. Esta tesis tiene numerosas consecuencias. En primer lugar, las leyes del pensamiento serán leyes neurofisiológicas, no lógicas. En segundo lugar, como el pensamiento es un proceso natural, es falso que «podamos pensar sobre la naturaleza sin pensar sobre el pensamiento» (Whitehead, 1920, p. 4). En tercer lugar, no existe modo de asignar probabilidades a las proposiciones (Bunge, 1974b), mientras que no hay ningún problema en asignar probabilidades a los pensamientos y, más especialmente, a los pensamientos sobre hipótesis. Por ejemplo, lo podríamos hacer en una teoría estocástica de los procesos de pensamiento, como puede ser la denominada teoría de la identificación conceptual por hipótesis (Restle, 1971); podemos hablar de la probabilidad de que una persona piense, en determinadas circunstancias, el concepto de mamífero, o en la concepción psicobiológica de la mente.

Los dualistas podrían quejarse de que al suponer que lo que piensa es el cerebro estamos dando por supuesta la respuesta al problema. Pero entonces, ¿qué es lo que piensa? Su respuesta es que es la mente la que piensa. Pero, a su vez, definen la mente como aquello que piensa (siente, imagina, etc.). Por tanto, son ellos mismos los que están cayendo en un círculo vicioso. Peor todavía: eliminan la posibilidad de investigación experimental del pensamiento, con lo que están bloqueando la investigación científica.

Terminaremos tratando brevemente el problema de la inteligencia artificial. Según la definición que hemos dado los computadores no piensan, ya que sólo lo pueden hacer los animales dotados de sistemas neurales plásticos. Pero quizás esta definición se quede demasiado corta. ¿Por qué el pensamiento ha de ser sólo una función de determinados sistemas neurales? ¿Por qué no ha de poder el hombre saltarse el proceso evolutivo y diseñar y montar máquinas que piensen? A fin de cuentas, ¿no calculan los computadores?, ¿y no es el cálculo una función mental? No. Los computadores no calculan. Lo que es capaz de calcular es el sistema formado por el programador y la computadora (y siempre y cuando el primer componente —el programador— no cometa algún error fatal). «Un error pequeño e irrelevante en la programación de las instrucciones... puede hacer que la máquina se dedique a atravesar los reinos del más completo sinsentido. La máquina no se preocupa por ello puesto

que sólo se fija en los símbolos; nunca mira más allá de ellos para averiguar qué pueden significar» (Miller, 1964, p. 290).

Los computadores no piensan, pero pueden copiar los pensamientos —si son del tipo algorítmico o dirigidos por reglas, esto es, dando por supuesto que no son creativos. Los computadores pueden imitar algunas acciones humanas, igual que hacen los chimpancés; a diferencia de éstos, sin embargo, no inician por sí mismos esas imitaciones. Los computadores son procesadores de información. Como tales se supone que no desechan información (como hace todo el tiempo el cerebro de los primates) ni originan información (como hace el cerebro de los primates). Si fueran censores y creadores no nos podríamos fiar de ellos. Dicho de otro modo, en los computadores siempre valoramos la fiabilidad mientras que en los cerebros lo que valoramos frecuentemente es la falta de esa fiabilidad, esto es, las conexiones que pueden conducir, o no pueden, mensajes sensoriales, y las que pueden repetir, o no pueden, las antiguas rutinas. Para nosotros tiene valor la motivación y la evaluación en el caso de la inteligencia natural, pero en la inteligencia artificial las evitamos: imaginémoslo que sería utilizar un computador que posea su propio sistema de motivaciones y evaluaciones. Resumiendo, la inteligencia artificial es admirable en la medida en que suplementa la inteligencia natural, es ridícula si la proponemos como modelo realista de ella, y peligrosa si la proponemos como su sustituto. (Ver en Weizenbaum, 1976, algunos de los peligros que tiene el culto a las computadoras.)

2. COGNICION

Toda cognición es aprendida, pero no todos los ítems aprendidos son de naturaleza cognitiva. Por ejemplo, aprendemos a ver y oír, pero no incluimos el ver y oír entre las actividades cognitivas, sino como ancillas de la cognición. Cualquier cognición es cognición de algún objeto, sea concreto o conceptual, y consiste en alguna información sobre ese objeto (información que puede ser completa o parcial, verdadera o falsa).

La cognición puede ser *conductual* (por ejemplo, saber cómo esquivar), *perceptual* (por ejemplo, conocer el canto del cerción) o *conceptual* (por ejemplo, saber que el cerción puede imitar el canto de otros pájaros). También existe el autoconocimiento, o cognición de (algunos de) los procesos que tienen lugar en nuestro propio cerebro; pero este tipo de conocimiento lo dejaremos hasta el Cap. 8, Sec. 1, que será donde lo estudiaremos puesto que su estudio requiere haber estudiado con anterioridad el concepto de conciencia.

La cognición conductual es la capacidad del sistema motor para dirigir los movimientos de cierto tipo; la cognición perceptual

es una red de perceptos, y la conceptual de un sistema de conceptos. La cognición conceptual puede ser, a su vez, de objetos reales (cosas o acontecimientos) o de ítems conceptuales (conjuntos, doctrinas, etc.). Pero lo que la cognición es siempre (sea conductual perceptual o conceptual, trate con objetos concretos o con constructos) es un proceso cerebral y, por tanto, un sujeto de estudio de la neurociencia tanto como de la psicología.

Resumimos todo lo anterior en la

DEFINICIÓN 7.4. Sea a un animal. Entonces

- 1) Si h es un tipo (pauta) de conducta aprendida, a sabe cómo hacer (o efectuar) h si y sólo si h pertenece al repertorio de conductas de a ;
- 2) si c es un constructo, entonces a sabe c si y sólo si a puede pensar en (o concebir) c ;
- 3) si e es un suceso externo al cerebro de a , entonces a tiene conocimiento de e si y sólo si a puede sentir o percibir e o pensar en e .

Damos por hecho que animales de distintas especies saben cómo efectuar ciertas acciones, conocen ciertos constructos y tienen determinados conocimientos de acontecimientos. Incluimos en este último grupo el conocimiento empático de otros animales. La empatía, alabada por los intuicionistas y sospechosa para los racionalistas, está claro que es falible, pero también es indispensable. No hay nada misterioso en la empatía ya que todos los animales de la misma especie comparten un SNC similar y experiencias semejantes.

También podemos suponer, con Pavlov, que todos los vertebrados superiores tienen un impulso investigador o explorador innato; todos quieren saber determinadas cosas porque el conocimiento es valioso biológicamente. (En los escalones superiores de la evolución el conocimiento se transforma en su propio premio, independientemente del valor adaptativo positivo que tiene.)

Fijémonos en que tener *conocimiento de x* no es lo mismo que *saber x* (o tener conocimiento verdadero o cierto— de x): este último es un caso muy especial de cognición. Sólo lo definiremos para un caso especial: cuando el objeto del conocimiento es una relación binaria entre acontecimientos, en concreto la relación de precedencia temporal:

DEFINICIÓN 7.5. Sean e_1 y e_2 dos elementos de un espacio de sucesos E de una cosa, y supongamos que e_1 y e_2 están relacionados por una relación R , esto es Re_1e_2 . Llamemos e_1^* y e_2^* a las representaciones (perceptuales o conceptuales) correspondientes a e_1 y e_2 en el cerebro de un animal b . Decimos entonces que b tiene conocimiento verdadero del hecho de que Re_1e_2 si y sólo si

- 1) b reconoce a e_1 y e_2 como miembros de E (esto es, como cambios de la cosa de que se trate), y

- 2) *b* percibe o concibe a e_1 y e_2 como relacionados por *R*, esto es, si y sólo si *b* experimenta $Re_1^*e_2^*$.

Ejemplo: Sean e_1 y e_2 dos sucesos en un animal o en sus inmediaciones tales que e_1 precede en el tiempo a e_2 . Entonces el animal tiene conocimiento verdadero (o adecuado) del orden temporal en el que e_1 y e_2 se dan precisamente cuando e_1^* precede a e_2^* en el tiempo. Si el animal es un humano adulto educado, probablemente dirá que la proposición Re_1e_2 (es verdadera factualmente) si y sólo si $Re_1^*e_2^*$ (se da en su cerebro). Si además es un filósofo, puede sugerir que la única manera factible de formular la teoría de la verdad como correspondencia (o adecuación) — hasta ahora un mero programa — es en el contexto de la psicología fisiológica y siguiendo las líneas del ejemplo anterior. (En general, la relación R^* entre los elementos e^* no será la misma que la relación *R* entre los elementos *e*, porque el sujeto sabrá Re_1e_2 si y sólo si experimenta $R^*e_1^*e_2^*$.) No hace falta decir que estos conocimientos son falibles.

¿A qué se debe el superior poder cognitivo que tenemos los humanos? ¿Por qué excede con mucho al del delfín a pesar de que la razón cerebro: cuerpo es aproximadamente igual en ambas especies? Una primera respuesta posible es que la plasticidad neural de los hombres es superior a la de los delfines. Otra posibilidad es que la arborización dendrítica de las neuronas humanas sea más rica que la de los delfines, explicación que, además, es compatible con la anterior. Una tercera posibilidad, también compatible con las dos anteriores, ha sido sugerida recientemente, y según ella el hombre utiliza por completo su tejido nervioso en lugar de perder parte en duplicar funciones. Escuchemos lo que dice el autor de esta hipótesis referente a la función de la lateralización cerebral o asimetría: «La asimetría del cerebro humano parece ser un intento evolutivo de «des-duplicar» funciones, un intento de utilizar por completo los mil trescientos cm^3 de masa cerebral, en lugar de limitarnos a utilizar la mitad, un intento de construir nuestros mundos espacio-temporales. El costo que pagamos en posibilidades motoras y perceptuales y en la carencia de un circuito de seguridad en caso de lesión cerebral es despreciable en comparación con el poder cognitivo que ganamos» (Levy, 1977, p. 169). Parece que merece la pena investigar estas tres hipótesis, pero es inútil hacerlo mientras el pensamiento evolutivo no juegue un papel decisivo en la psicobiología.

Ahora estamos en condiciones de utilizar el concepto de conocimiento para dilucidar el de decisión:

DEFINICIÓN 7.6. Sea *a* un miembro arbitrario de un conjunto *A* de alternativas accesibles a un animal *b* con sistema evaluador $\mathcal{F}_b = \langle S, \mathcal{Z}_b \rangle$. Entonces *b* decide elegir a si y sólo si

- 1) *b* puede tener conocimiento de todos los miembros de *A*;

- 2) $A \subseteq S$ (esto es, *b* prefiere algunos miembros de *A* a otros); y
3) *b* elige de hecho *a*.

Un mecanismo de decisión posible es éste: si el sujeto percibe o piensa una serie de objetos y se encuentra motivado a elegir entre ellos, entonces comenzará por compararlos. Presumiblemente, cada objeto será aprehendido por un psicón a la vez, y los grados de excitación de los diversos psicones serán diferentes. Si uno de ellos es mayor que los demás, éste prevalecerá y enviará la señal más fuerte (o la única) a un psicón volitivo. Por supuesto, son posibles modelos neurales alternativos. (Sobre indicadores electrofisiológicos de las decisiones se puede consultar Ritter y otros, 1979.)

La capacidad de tomar decisiones se encuentra restringida a animales capaces de adquirir conocimientos. Pero no todos los conocimientos tienen el mismo valor ni todas las evaluaciones son correctas. Cuando se dan estos dos casos es cuando tenemos las bases para que la decisión sea racional:

DEFINICIÓN 7.7. Decimos que una decisión tomada por un animal es racional si y sólo si incluye

- 1) conocimiento adecuado y evaluaciones correctas;
2) previsión de los resultados posibles de la acción correspondiente.

DEFINICIÓN 7.8. Decimos que un animal es un animal racional si y sólo si es capaz de adoptar decisiones racionales.

¿Pueden las razones ser causas? En el lenguaje ordinario intercambiamos frecuentemente «razones» por «causas». En la ciencia y la filosofía debemos distinguirlas puesto que una razón es una premisa de un argumento mientras que una causa es un suceso. Pero, aunque las razones no pueden ser causas, los razonamientos — los procesos cerebrales consistentes en buscar razones — no pueden dejar de tener eficacia causal, sobre todo si se dan en la elaboración de decisiones.

Es posible que las decisiones racionales no sean propiedad exclusiva del hombre: parece que los monos también son capaces de adoptar este tipo de decisiones. También es cierto que no hay ningún animal que sea racional todo el tiempo. Además, hay grados de racionalidad, y cualquier individuo puede mejorar la medida de su racionalidad. Una teoría completa de la racionalidad ha de definir el grado de racionalidad de una decisión como función del grado de verdad del conocimiento instrumental y de la previsión, así como de la corrección de la evaluación que conlleva la decisión. Mientras no tengamos a nuestra disposición una teoría así debemos medir el grado de racionalidad de un animal como el porcentaje de sus decisiones que son racionales.

Digamos, para terminar, unas palabras sobre la influencia del conocimiento sobre la emoción y la conducta, sobre todo porque normalmente se destaca la importancia de la influencia inversa. Un mismo estímulo (externo o interno) evocará respuestas distintas según que esté asociado con estados cognitivos diferentes. Por ejemplo, la visión de un animal salvaje puede provocar miedo si el individuo cree que es peligroso y puede provocar curiosidad si cree que es pacífico. También podemos «interpretar» de modos diversos los estados corporales (ahora como euforia, más tarde como ira) según que nos encontremos en situaciones cognitivas o ambientales diferentes, a pesar de encontrarnos en un «mismo estado psicológico» (Schachter, 1964). Esto es, el conocimiento tiene un impacto considerable sobre el sentimiento y la conducta. A veces interpretamos esto como una refutación de la afirmación de que existe alguna correspondencia (o incluso identidad) entre los estados psicológicos y los fisiológicos. Pero esta interpretación es incorrecta, porque, según el monismo psiconeural, la frase «El estado cognitivo de un individuo influye en sus sentimientos y en su conducta» es una abreviatura de «El córtex asociativo de un individuo se encuentra conectado con su sistema límbico y con sus centros motores, por lo que es inevitable que estos subsistemas del cerebro interactúen».

3. CREATIVIDAD

Todos los vertebrados superiores son creativos, y el hombre lo es en grado superlativo. Esto está claro, pero a la vez dudamos si la noción de creatividad está igualmente clara. Si que lo está si la concebimos como novedad neural, esto es, como emergencia de sistemas neurales nuevos o funciones nuevas en sistemas neurales ya existentes (debida, por ejemplo, a conexiones nuevas). Estas novedades neurales pueden tener manifestaciones en la conducta, pero también pueden no tenerlas. Si las tienen hablamos de *conducta adaptativa*, sobre todo la imitación y la invención, según que la novedad se dé en un animal concreto o en especies enteras; en el otro caso hablamos de *creatividad mental*.

Podemos definir la creatividad en términos de los conceptos que hemos definido previamente:

DEFINICIÓN 7.9. *Si a es un animal, entonces*

- 1) *a inventa el tipo (o pauta) de conducta b si y sólo si a por primera vez hace b;*
- 2) *a inventa el constructo c si y sólo si a conoce a c por primera vez;*
- 3) *a descubre el suceso e si y sólo si a por primera vez tiene conocimiento de e;*
- 4) *a es creativo si y sólo si a inventa un tipo de conducta o un constructo o descubre antes que ningún otro miembro de su especie un suceso;*

5) *a es absolutamente creativo (u original) si y sólo si a crea algo antes que ningún otro miembro de ninguna otra especie.*

Esta definición hace lugar a la reinención y al redescubrimiento, que ocurren tan a menudo. Si dos animales inventan o descubren independientemente el mismo ítem, deben haber pasado por estados cerebrales similares.

A continuación formulamos la hipótesis:

POSTULADO 7.5. *Todos los actos creativos son la actividad, o un efecto de la actividad, de un sistema neural recién formado.*

Esta concepción de la creatividad como novedad genuina no concuerda con ninguna de las dos doctrinas más extendidas sobre la materia. Una es la concepción religiosa, según la cual sólo puede ser creativa la deidad. La otra es el asociacionismo, según el cual la novedad no es más que una recombinación o redistribución de los elementos preexistentes (cf. James, 1890). La primera concepción es falsa empíricamente y la segunda no podemos ni siquiera formularla para el caso de los sucesos o procesos mentales. ¿Cuáles son los átomos mentales y de qué modo se componen? La creación del ha-cha o del tabú del incesto, de la primera canción o de la primera teoría, ¿no son otra cosa que la «reordenación de materiales originales invariables»? Ninguno de esos mitos es necesario si consideramos lo mental como la función específica de un sistema neuronal enormemente complejo y veloz en sus cambios. En cualquier caso, la creatividad ha sido el objeto de numerosas investigaciones científicas. (Ver las amplias bibliografías de Aratesh y Aratesh, 1976, y Rothenberg y Greenberg, 1976.)

Todos los pensamientos se asientan sobre la base formada por el aprendizaje previo, en el que los «elementos» o «materias primas» están dispuestos. Pero el pensamiento creativo requiere, además, una pizca de azar. Si permites que las asociaciones habituales sigan a su aire, es bastante improbable que consigas hacer o pensar nada que sea radicalmente nuevo. Pero si colaboras en la inhibición o en el olvido de algunas de esas conexiones, o facilitas que experiencias nuevas contribuyan a reforzar conexiones ya existentes (aunque aquellas experiencias pueden ser que no tengan nada que ver con el problema que te ocupa), «los elementos correctos caerán en su lugar». Esta es la razón de que las modificaciones introducidas en nuestras rutinas, dar un paseo, oír música o enfrentarse con un problema nuevo, por ejemplo, sean frecuentemente más productivas que continuar machacando un mismo problema: esos entretenimientos le dan al cerebro la posibilidad de reorganizarse, sobre todo de establecer conexiones nuevas, algunas de ellas al azar. En contraste con este procedimiento, el pensamiento dirigido por reglas sigue rutinas fijadas previamente.

Podemos dar modelos de caja negra de la conducta de los dos trabajadores, del creativo y del rutinario. Supongamos, por mor de la sencillez, que no hay más que un estímulo, por ejemplo un pedido o una demanda de cuentas o la escritura de una sinfonía. Simbolizemos el estímulo por 1 y su ausencia por 0, la actividad por a y su ausencia por \bar{a} . Entonces la función $f: \{0, 1\} \rightarrow \{a, \bar{a}\}$, que representa la conducta del seguro trabajador rutinario, es tal que $f(0) = a$ y $f(1) = \bar{a}$ - esto es, sólo trabaja, y lo hace de modo uniforme, cuando se le pide. El trabajador creativo, por el contrario, a veces responde satisfactoriamente, otras veces no responde en absoluto y otras actúa sin necesidad de estímulo. Podemos dar un modelo de este otro tipo de creador por medio de una caja negra estocástica con probabilidades de transición:

| | |
|------------------|------------------------|
| $P(0 0) = p$ | inactividad espontánea |
| $P(1 0) = 1 - p$ | actividad espontánea |
| $P(0 1) = q$ | inactividad provocada |
| $P(1 1) = 1 - q$ | actividad provocada |

Lo característico de este sistema no es ya que la relación estímulo-respuesta sea estocástica, sino que es manifiestamente espontánea, esto es, no es pasiva. Lo que un modelo de este tipo no puede representar es la naturaleza creativa de esa actividad espontánea. Sólo podría hacerlo un modelo mecanístico (esto es, una caja translúcida). Un modelo de este tipo incluiría un espacio de estados con regiones vírgenes e incluso con ejes (que representan propiedades) que no habían sido utilizados por el animal antes de comenzar algunos procesos creativos. Y como estos procesos son cambios naturales (Postulado 7.5), hemos de suponer que son legales aunque no seamos capaces de averiguar qué leyes los rigen y, por lo tanto, aunque no seamos capaces de predecir las creaciones correspondientes.

Aunque la creatividad es máxima en los humanos, es probable que la podamos encontrar en todos los mamíferos y pájaros con tal que superemos el prejuicio existente contra el verdadero concepto de creación para que los fenómenos puedan ser investigados (sobre todo en los animales jóvenes situados en circunstancias que no les son habituales). Nos atrevemos a suponer que todos los vertebrados superiores son creativos. Más precisamente, formulamos el

POSTULADO 7.6. *Todos los animales dotados de sistemas neurales plásticos son creativos.*

Sin embargo, en la medida de nuestros conocimientos, sólo los humanos son absolutamente creativos, esto es, capaces de inventar o descubrir ciertas «cosas» antes que ningún otro animal. En particular, el hombre es el único animal conocido que es capaz de

inventar mitos y teorías, de argüir acerca de ellos, de diseñar pautas de conducta nuevas y de rebelarse contra otras. Haremos uso de este supuesto de la creatividad absoluta (u originalidad) al definir la humanidad, en el Cap. 9, Sec. 5. Quienes creen que la única que tiene poder para crear es la deidad nos acusarán, entonces, de incredulidad, mientras que los que sostienen que todas las novedades son meras reorganizaciones de cosas preexistentes, nos acusarán de idealistas. Peor para ellos.

4. EL «MUNDO» DE LAS CREACIONES DE LA MENTE HUMANA

Hemos afirmado que sentir, imaginar y pensar son procesos cerebrales. ¿Se sigue de esto que las sinfonías, novelas, inventos tecnológicos y demás objetos culturales sean «nada más que» procesos neurales y, por tanto, materiales? ¿No se merecen algo más? La respuesta tradicional a estas preguntas es que estos «productos de la mente humana» pertenecen a una esfera «superior» o «mundo» situado por encima de sus «bases materiales». La última versión de esta doctrina es la concepción de Popper, lo que él llama «mundo 3» (Popper, 1972, 1974; Popper y Eccles, 1977). Pretende Popper que este «mundo» es una creación de la mente humana, por lo que una vez que ha sido creado disfruta de autonomía y actúa sobre la mente (mundo 2) y, a través de ella, sobre el mundo físico (o mundo 1). (Por ejemplo, el diseño de una presa, una vez que ha sido construida, modifica la geografía de la región.) Examinaremos esta doctrina y posteriormente expondremos nuestra propia concepción sobre el estatus ontológico de las creaciones humanas.

En primer lugar, no está completamente claro qué es exactamente lo que pertenece al mundo 3. En un primer momento éste era «el mundo de los contenidos objetivos del pensamiento, especialmente los pensamientos científicos y poéticos y las obras de arte» (Popper, 1968, p. 333). Después resultó ser de contenido diverso: «el mundo de los enunciados en sí mismos» (1974, p. 144), y también los libros, periódicos, cartas y similares (1974, p. 145). La última lista de productos de la mente humana es la siguiente: lenguaje humano, teorías sobre sí mismo y sobre la muerte, obras de arte y científicas, incluyendo la tecnología (Popper y Eccles, 1977, p. 16). Leyendo escritos de Popper acabamos por no saber con seguridad qué es un «producto de la mente humana», menos aún qué pueda ser un «contenido objetivo». Por tanto, no está claro si una escultura (una partitura, un poema o una máquina) pertenece al mundo 3, o si lo que pertenece es la clase de equivalencia de la escultura original (esto es, la escultura y todas sus copias). Se nos ha dicho que los miembros del mundo 3 no corren, o casi no lo hacen, peligro de

corrupción (a diferencia de los del mundo 1 y los del mundo 2), siendo, por tanto, semejantes a las ideas u objetos eternos de Platón, Hegel y Whitehead. En efecto, algunos de ellos (en otros lugares todos ellos) son «incorpóreos» o «abstractos».

De modo que no sabemos en realidad qué podrá ser ese mundo 3, del cual no se nos da ni una teoría ni una definición. Sólo sabemos lo que no es. En particular, no puede ser un *conjunto* porque no está bien definida la pertenencia; sólo se nos ha proporcionado una lista parcial de «habitantes». (Además, si concebimos «el mundo de los objetos posibles de pensamiento» como un conjunto, aparece una contradicción: ver Keuth, 1974.) Tampoco es un *sistema* porque no hay manera de combinar objetos tan heterogéneos como son enunciados y dibujos de modo que constituyan un sistema. De todos modos tampoco nos ha sido proporcionado un cálculo que contenga la(s) operación(es) según las cuales se combinarían dos cualesquiera de esos objetos heterogéneos para formar un tercer miembro del «mundo» propuesto. De hecho, el mundo 3 no es un *mundo* propiamente dicho, tampoco una totalidad, compuesta de elementos relacionados entre sí, que muestra sus propias propiedades (emergentes); lo único que habla en favor de que es un mundo es su supuesta autonomía.

Esta autonomía del «mundo» de las «creaciones de la mente humana» se supone que es autonomía respecto de esa mente y del mundo físico. Por esto, las leyes de la lógica no son psicológicas ni fisiológicas (concedido), y, además, se supone que son «objetivas», en algún sentido no especificado de esta expresión. Probablemente lo que se quiere decir es que una vez que hemos adivinado y probado las leyes de la lógica (y las de la matemática), valen en todas las circunstancias. Sin embargo, esto no demuestra que los objetos conceptuales (por ejemplo, los matemáticos), o cualesquiera otros miembros del «mundo 3», adquieran existencia autónoma. Sólo demuestra que, dado que no representan al mundo real, su verdad no depende de él y, por tanto, podemos *fingir* que son objetos autónomos. Pero esto no es lo que dice Popper; éste asigna a su «mundo 3» realidad y eficacia causal. Lamentablemente no se molesta por fundar esta afirmación, y menos aún por refutarla. Por lo que no concuerda con la propia metodología popperiana de conjetura y refutación, menos aún con la ontología de cosas cambiantes que ha sido adoptada por la ciencia.

Dejemos aquí la fantasía idealista de un mundo de ideas auto-existente, mente objetiva o espíritu absoluto.

Daremos ahora un esquema de nuestra concepción sobre el estatus ontológico de las denominadas creaciones de la mente humana. Comenzaremos distinguiendo el proceso creativo —sea en la ciencia, tecnología, arte o en cualquier otro campo— de sus materializaciones públicas, por ejemplo, libros, obras de arte y máquinas. Todos los

procesos creativos son procesos que tienen lugar en algún cerebro. En unos pocos casos externalizamos esos procesos mentales como cosas físicas o procesos que, cuando los perciben observadores competentes, provocan en sus cerebros procesos semejantes a los sufridos por los creadores. Por esto podemos silbar una pieza musical o interpretar la con los instrumentos pertinentes, la podemos oír, escribir o leer. Las novelas y las teorías, los artefactos y las constituciones son semejantes.

¿Qué queda de la pieza musical entre sus interpretaciones y audiciones, o después de que todo el mundo la haya olvidado? No existe. Si los recuerdos de la pieza han desaparecido de todos los cerebros, y si todas sus partituras y grabaciones han sido destruidas, la propia música se ha ido con ellas sin que quede ninguna posibilidad de que resucite —excepto, por supuesto, la casualidad, muy improbable, de que alguien la reinvente. Pero con sólo que permanezcan algunos rastros —sea en algún cerebro, en papel, grabaciones o lo que sea— entonces la pieza musical tiene la posibilidad de «volver a la vida». Algo que no se puede tocar con un instrumento, un tocadiscos o un instrumento similar, y que no puede sonar, no es una pieza musical.

Sostenemos que lo mismo ocurre, *mutatis mutandis*, para todos los objetos culturales. Por eso una escultura a la que nadie mira no es más que un trozo de materia, justo lo que es un tratado filosófico que nadie lee. En las creaciones culturales no existe inmortalidad solamente porque las podemos catalogar y externalizar. Sólo permanece lo que re-creamos (re-percibimos, re-sentimos, re-pensamos, re-establecemos). Las librerías, museos, galerías de arte y laboratorios que estén desiertos no son más que cementerios culturales. No hay cosa que sea más dependiente y vulnerable —menos autónomo— que el «mundo» de la cultura. (Si el contenido común de la ciencia básica permaneciera sin variar, pronto no quedaría cultura científica.) La cultura no vive en los artefactos culturales, por ejemplo, los libros, ni en un mundo de fantasmas inmaterial y autónomo: la cultura vive en los cerebros de quienes la cuidan, la cultivan. (A fin de cuentas, el significado original de la palabra era este: *cultivo*.)

Al igual que los placeres y dolores, que los recuerdos y las percepciones, las ideas, entonces, no existen por sí mismas. Todos estos son procesos cerebrales. Sin embargo, nada nos impide *fingir* que existen ideas, que están «allí» para que las tomemos (esto es lo que a fin de cuentas decimos cuando afirmamos que alguien ha «descubierto» tal o cual idea). Pretendemos que existe un número infinito de enteros aunque sólo podemos pensar un número finito de ellos —y esto gracias a que asignamos al conjunto infinito de todos los enteros propiedades definidas, como la de estar incluido en el conjunto de los números racionales. También sostenemos que los

sistemas deductivos contienen un número infinito de teoremas, y lo hacemos porque seríamos capaces, si se nos pidiera, de demostrar unos cuantos. Todas estas ficciones son creaciones mentales que son parte esencial de la cultura moderna, y que no son dañinas ni un mero pasatiempo. Pero si dotamos a esas ficciones de existencia real autónoma y de eficacia causal estamos cayendo en el animismo. Una ecuación diferencial no existe por sí misma y, por tanto, no puede hacer nada; lo que sí puede hacerlo es pensar en ella. En resumen, las ideas en sí mismas son ficciones y, como tales, no tienen existencia física: lo único real que conllevan son los procesos mentales de pensar en ellas.

¿Y qué tenemos que decir de la fuerza de las ideas? ¿Acaso no mueven montañas? ¿No ha sido en nombre de ideas, y sobre todo de ideales, como han sido destruidas o construidas sociedades enteras, subyugadas o liberadas naciones, formadas o destruidas familias, y exaltados o abominados individuos? Incluso los materialistas más cerrados deben reconocer el poder que tienen las ideas, sobre todo las que nuestros abuelos acostumbraban a llamar *idées-forces*, como las ideas de madre patria y libertad. Respuesta: Es cierto, la ideación — un proceso cerebral — puede ser poderosa. Más aún: la ideación es poderosa cuando consiste en imaginar y planificar acciones que conllevan la cooperación de amplias masas de individuos. Pero las ideas en sí mismas son impotentes puesto que son ficciones. El poder de la ideación descansa en su materialidad, no en su idealidad.

CAPITULO 8

CONCIENCIA Y PERSONALIDAD

I. ADVERTENCIA Y CONCIENCIA

El conductismo no utiliza el concepto favorito del mentalismo, el concepto de conciencia. Pero no podemos escapar de él. Por un lado la neurofisiología experimental lo utiliza cuando trata un animal «consciente» por contraste con otro anestesiado o que duerme. También la psicología lo utiliza, por ejemplo, cuando describe la automatización gradual o «mecanización» de las tareas aprendidas y cuando afirma que la ejecución de X estuvo en sus primeros momentos acompañada de conciencia, pero que X fue transformándose gradualmente en automática o inconsciente. También la descripción del funcionamiento del cerebro tras una comisurotomía requiere el concepto de conciencia — como cuando decimos que los dos hemisferios cerebrales pueden ser conscientes independientemente. Por último, la mera descripción de las experiencias de yoga, como el control voluntario de los latidos del corazón, utiliza el concepto de control consciente inicial. De aquí la vuelta de este concepto, que comenzaron a defender los reflexólogos, los conductistas y hasta James (1912). Incluso los etólogos están empezando a darse cuenta de la necesidad de él (Griffin, 1976).

Los mentalistas, por su parte, han hecho conscientes muchas cosas — demasiadas en realidad — y han igualado la conciencia con la ideación y la mentación. Pero, como todo el mundo sabe, gran parte de la mentación es inconsciente (o subconsciente). Por tanto, no podemos aceptar la definición mentalista. Además, queremos distinguir entre el advertir algo y el ser consciente de ese algo: diremos que un animal *advierte* (o no lo hace) lo que ocurre en su medio o en él mismo (y, en particular, lo que hace o lo que le hace); cuando el animal advierte alguno de sus propios procesos cerebrales (no necesariamente mentales) diremos que es *consciente*. Esta distinción tiene una base neurofisiológica: sea cual sea el «asiento» de la conciencia, el de la advertencia parece ser el sistema de activación reticular del tallo cerebral.

Nuestras definiciones son

DEFINICIÓN 8.1. Sea b un animal. Entonces

- 1) b advierte (o nota) el estímulo (interno o externo) x si y sólo si b siente o percibe x . Caso de no hacerlo decimos que b no advierte x ;
- 2) b es consciente de su proceso cerebral x si y sólo si b piensa en x . En caso contrario decimos que b no es consciente de x .

(También podríamos haber definido la advertencia en términos de atención.) La advertencia sólo requiere sensores —ni siquiera un sistema perceptual—, mientras que la conciencia también requiere inteligencia, capacidad de pensar. Los animales inferiores pueden advertir, pero no pueden ser conscientes. Y un individuo puede ser consciente aunque no advierta los estímulos externos (esto es, estará «absorto», o «abstraído de su entorno»). Por tanto, aunque la conciencia y la advertencia hayan sido frecuentemente confundidas —sobre todo por los neurofisiólogos—, son mutuamente independientes. (La expresión «advertencia consciente» difícilmente la podemos entender.) Por tanto, adoptamos el

POSTULADO 8.1. La conciencia de un animal b es el conjunto formado por todos los estados del SNC de b en los cuales b es consciente de alguno de los procesos neurales de b .

También lo podemos decir del modo siguiente: tenemos conciencia del proceso mental x cuando conocemos x directamente. Lo que trata la introspección es, a fin de cuentas, esto: «mirar» hacia dentro de alguna manera —no es mirar a la mente inmaterial porque, como la mente es un conjunto es, por tanto, imperceptible. También la conciencia (o la mente consciente) ha sido definida como un conjunto, por lo que no es una entidad.

Postularemos que un suceso consciente es una actividad cerebral que consiste en advertir (registrar, analizar, controlar o seguir la pista de) alguna otra actividad cerebral, del mismo modo que un voltímetro mide la fuerza electromagnética entre dos puntos de una red eléctrica (Fig. 8.1). Por tanto, los sucesos conscientes son actividades de ciertos sistemas neurales (probablemente muy grandes). Sin embargo, no sabemos con seguridad cuáles son estos sistemas; sólo sabemos que, a menos que el tallo cerebral superior y el tálamo se encuentren activados, el cerebro puede no encontrarse en ningún estado consciente (Penfield, 1966). Algunos investigadores han «implicado» al eje tallo cerebral-área media izquierda-cíngulo frontal (Flor-Henry, 1976). Otros investigadores dicen que están involucrados los lóbulos parietales (Mountcastle, 1978). Pero la evidencia empírica en favor de alguna de estas hipótesis se limita a que el bloqueo o el mal funcionamiento de cualquiera de estos sistemas es suficiente para perder la conciencia. Lo único que esto muestra es que esos sistemas son *necesarios* para la actividad consciente, pero

no que sean el «asiento» u «órgano» de la conciencia —esto es, el tablero de instrumentos del cerebro de los mamíferos superiores.

Exista o no exista un órgano de la conciencia, y, si existe, sea el que sea, suponemos que la conciencia es un conjunto de funciones neurales:

POSTULADO 8.2. Algunos animales dotados de sistemas neurales plásticos también poseen subsistemas cuya actividad consiste en ser conscientes de alguno de los procesos mentales que se dan en los primeros. (Esto es, para algún x , si x tiene un sistema neural plástico P que realiza los procesos mentales $\pi_x(A, \tau)$ durante el periodo τ , entonces x también contiene un sistema neural Q distinto de P , cuya actividad $\pi_x(Q, \tau)$ durante el mismo periodo, contiene por lo menos un elemento q tal que $q = \mathfrak{A}(y)$, donde $y \in \pi_x(P, \tau)$.)

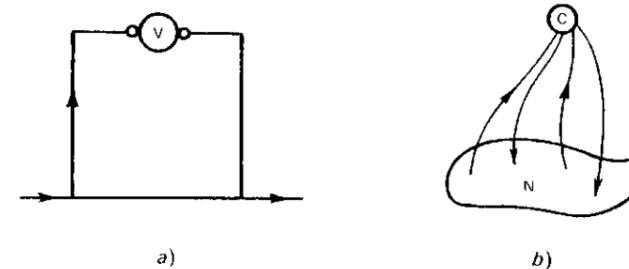


FIGURA 8.1. a) Un voltímetro como «conciencia» de un circuito eléctrico. b) El sistema neural hipotético C controla la actividad del sistema neural N ; el sujeto advierte la actividad de N si y sólo si N estimula C o C controla N .

Esta hipótesis no es gratuita; a fin de cuentas, todos los biosistemas son sistemas de control, es decir, controlan (vigilan y comprueban) su propia actividad. El biosistema asegura la normalidad o la vuelta a ella por medio del control y corrección de su propio funcionamiento. Por esto para nadie será una sorpresa que el cerebro, el biosistema más complejo y el control supremo del animal, sea capaz de controlar su propia actividad.

Intuitivamente parece que los sucesos conscientes son continuos, pero esta impresión no conseguirá persuadir a los matemáticos. Probablemente no existen «corrientes de conciencia» (secuencias de acontecimientos conscientes) continuas. Lo que puede haber en su lugar es una secuencia alternada de interacciones discretas aunque muy cercanas entre los sistemas neurales capaces de pensar y sus monitores neurales —por ejemplo, $N_1 - C_1 - N_2 - C_2 - \dots$. Cuando N_1 está activado, activa a C_1 , que a su vez inhibe a N_1 . Esto da una oportunidad a N_2 , que activa a C_2 , que a su vez inhibe a N_2 , y así sucesivamente (Fig. 8.2).

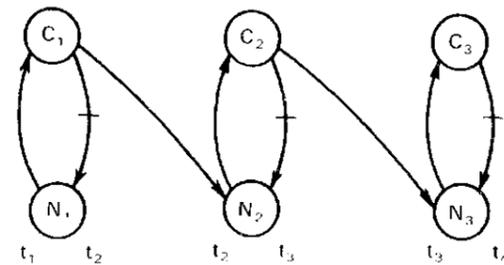


FIGURA 8.2. Secuencia de procesos mentales conscientes: el psicón N_1 excita en el momento t_1 el control C_1 , que inhibe N_1 en el momento t_2 y al mismo tiempo estimula el psicón N_2 , etc.

Por hipótesis dos sistemas neurales distintos e interconectados participan en todos los estados conscientes, por lo que es perfectamente posible que interactúen. Por esto al tomar conciencia un sujeto de una tarea mental rutinaria puede equivocarse: al controlarla interfiere en la ejecución de la tarea bien aprendida. (Prestar demasiada atención al tablero del coche puede provocar un accidente.) Por el contrario, cuando el sujeto está comenzando a aprender una tarea, es mucho mejor si se encuentra ampliamente advertido y consciente de lo que hace: en este caso el sistema controlador guiará el establecimiento del psicón. Para dar cuenta de estos fenómenos no hace falta invocar a la conciencia inmateral ni a la «causación descendente» (como Sperry, 1969; Popper y Eccles, 1977, y muchos otros han hecho). Si deseamos especular sobre la eficiencia causal de los sucesos conscientes (no de la conciencia), hemos de hacerlo dentro de un marco científico de cosas cambiantes y no dentro de un marco mítico de entidades incorpóreas. Resumiendo, la conciencia no es el reino de lo sobrenatural que, por tanto, está condenado a seguir siendo un misterio (Eccles, 1978), sino que debe ser considerado como materia de investigación científica (Doty, 1976; Diamond, 1976; Mountcastle, 1979; Edelman, 1979; Fernández-Guardiola, 1979b).

2. GRADOS DE CONCIENCIA

Según el monismo psiconeural la advertencia y la conciencia son actividades de un biosistema, por lo que podrán ser disminuidas o potenciadas por medio de la inhibición o estimulación de sus componentes neurales. Los grados de conciencia serán diversas intensidades de la actividad de los sistemas neurales de control correspondientes. Por consiguiente, es posible medir esos niveles de conciencia,

por ejemplo, midiendo el flujo de sangre hacia las «estructuras» (subsistemas) cerebrales que se ocupan del control.

Piaget y otros han demostrado que la advertencia y la conciencia se van agudizando gradualmente durante el desarrollo del niño normal. También podemos despertar la conciencia, como en la cura de la idiotez provocada por una disfunción tiroidea, o volver a despertarla, como cuando conseguimos que remita la enfermedad de Parkinson después de décadas de inactividad. La conciencia también disminuye, e incluso desaparece, durante el sueño, por un déficit importante de oxígeno (anoxia) o por déficit de azúcar (hipoglucemia). Si la conciencia fuera una entidad independiente no sabríamos cómo explicar o producir esas variaciones ni, en particular, la pérdida diaria y recuperación consiguiente de la conciencia.

Equipararnos la conciencia con el autoconocimiento, y, por tanto, el grado de conciencia con el grado (o nivel) de autoconocimiento. Como cualquier otro conocimiento, el autoconocimiento es parcial y falible; nunca tenemos una representación completa de lo que está pasando en nuestro cerebro e incluso las representaciones parciales que tenemos son frecuentemente erróneas. Sin embargo, a partir de Descartes los filósofos han insistido en que si hay algo sobre lo que nosotros tenemos conocimiento directo (inmediato), completo y cierto, es sobre nosotros mismos, es decir, sobre nuestra mente (cf. Chisholm, 1976). Seguramente tenemos conocimiento inmediato de alguno de nuestros procesos mentales. Pero, ¿es tan profundo, exacto y seguro como pretenden estos filósofos? Los que escriben sobre el inconsciente, sobre todo Freud, hace mucho tiempo que nos han dicho que esto es un error, que frecuentemente ignoramos nuestros más profundos deseos y los motivos reales de nuestras acciones. (El que aceptemos esto no nos compromete a aceptar las míticas explicaciones de Freud.) El antiguo filósofo que nos aconsejaba conocernos a nosotros mismos, esto es, alcanzar algún conocimiento de nuestra mente en lugar de darlo por dado, sabía lo difícil que es llegar a este conocimiento. Desconfiemos de los que tienen menos de treinta años: raramente se conocen a sí mismos. Y desconfiemos también de los que tienen más de treinta: raramente se conocen a sí mismos tan bien como debieran. Pero confiemos en que la ciencia consiga averiguar, paso a paso, más sobre nosotros mismos.

La conciencia puede ayudar en el aprendizaje de tareas nuevas, pero puede entorpecer el desarrollo de tareas rutinarias: queremos que estas últimas estén automatizadas tan completamente como sea posible. Afortunadamente, poco podemos hacer al respecto: es una ley que a medida que repetimos las tareas aprendidas (que tienen éxito), tienden a automatizarse, esto es, a hacerse inconscientes. Podemos, entonces, adoptar el

POSTULADO 8.3. *Los animales capaces de aprender transforman gradualmente, a lo largo*

de su vida, las conductas aprendidas, que fueron inicialmente conscientes, en inconscientes.

Cuando los automatismos se manifiestan insuficientes para resolver problemas o ejecutar tareas, necesitamos hacernos conscientes de ello: al enfrentarnos a problemas nuevos, intentamos diseñar estrategias nuevas que nos permitan sortear los problemas o evaluar los resultados de acciones inusuales. Los monos aprenden ideas y hábitos y, caso de retener estos últimos, no consiguen utilizar sus conceptos: «un mono adiestrado es una máquina cognitiva pero, al igual que las máquinas cognitivas humanas, sólo utiliza las ideas si un problema que debe resolver no puede ser resuelto de ninguna otra manera» (Meyer, 1971).

En general, sabemos enfrentarnos más fácilmente a la novedad cuando somos conscientes. Un animal consciente puede conocerse y evaluarse a sí mismo y, por tanto, examinar y corregir su propio pensamiento y conducta, ya sea adaptándose él mismo o modificando su medio con objeto de sobrevivir. (Griffin, 1976, trata más detalladamente el valor adaptativo de la memoria.) Dado el enorme biovalor de la conciencia como dispositivo para conseguir una rápida adaptación, no sorprende el enorme éxito conseguido por el hombre puesto que su SNC es capaz de *a)* detectar mejor la novedad, y *b)* conseguir enfocar claramente los estados conscientes.

En cualquier caso, la conciencia no es una entidad sino un conjunto de estados conscientes. Por tanto, hablar de «estados de conciencia» es pura reificación: sólo hay estados conscientes (o inconscientes) del cerebro —o, mejor, estados cerebrales con grados de conciencia diversos. También es erróneo hablar del Inconsciente (o Subconsciente) como si fuera una entidad, en especial una entidad capaz de influir la Conciencia (otra entidad). Lo único que hay son estados y procesos conscientes e inconscientes, pudiendo estos procesos tener eficacia causal sólo por ser cambios de estados de cosas concretas (por la sencilla razón de que la relación causal sólo está definida para procesos que se den en cosas concretas).

Lo que vale para la conciencia y el inconsciente sirve también para el Ello y el Superego de Freud. No puede haber entidades mentales dentro de entidades mentales porque las entidades mentales no son entidades. Lo que seguramente hay en el cerebro son controles, por ejemplo, sistemas de retroalimentación. Y algunos de estos controles puede actuar de «censor», inhibiendo u oscureciendo ciertas actividades cerebrales, por ejemplo, bloqueando el flujo de información hacia el sistema que efectúa el pensamiento. Por ejemplo, podemos haber aprendido un ítem *A* y, mientras se desarrolla el trabajo mental (cerebral), pensar en un ítem *B* incompatible con *A*. Si *A* se encuentra fijado profundamente puede «reprimir» o «suprimir» por completo a *B*, esto es, puede inhibir el psicón que efectúa

B. Pero si *B* es tan vívido como *A*, pueden resultar activados más psicones hasta que «quede resuelta la contradicción» en favor de una de las opciones originales —o de una tercera. Desde el punto de vista fisiológico esto no es más que una interconexión entre circuitos neurales retroalimentados y contendientes.

En resumen, algunos animales pueden encontrarse en estados conscientes o inconscientes y pueden experimentar procesos tanto conscientes como inconscientes. Como esos procesos son, además, procesos cerebrales, tienen eficacia causal: modulan, controlan o provocan otros procesos corporales. De los procesos mentales inconscientes se sospechó, mucho antes que Freud propusiera sus hipótesis mentalistas e incontrastables sobre el Inconsciente inmaterial, que juegan algún papel en la vida interior del animal. Hume (1739) habló de estados mentales inconscientes, Eduard von Hartmann le consagró su monumental *Die Philosophie des Unbewussten* (1870), que hace un siglo tuvo gran influencia, y tanto Helmholtz como Wundt escribieron sobre la inferencia inconsciente. Por supuesto, los hermanos Karamazov no fueron siempre conscientes de sus motivos. Por tanto, la idea es previa a Freud y es plausible, pero ha de ser investigada científicamente. (En Russell, 1921, se encuentra una entretenida crítica del Inconsciente mítico de Freud.)

Terminaremos esta sección con tres observaciones sobre la conciencia y la sociedad. En primer lugar, la autoconciencia es un proceso cerebral, pero no lo podemos entender sólo en términos neurofisiológicos. Parece que los analfabetos no son muy dados al autoanálisis, y es bastante probable que se evalúen a sí mismos en términos de conducta social. Una participación activa en actividades culturales y políticas puede provocar en un corto espacio de tiempo cambios dramáticos: puede provocar la «formación de un mundo interior nuevo» (Luria, 1976, p. 159).

En segundo lugar, los estados conscientes e inconscientes han sido definidos como estados cerebrales, por lo que en nuestro marco de referencia no tiene sentido hablar de *conciencia colectiva* o *inconsciente colectivo*, dos términos favoritos de ciertos ideólogos y de algunos politólogos. Por otro lado, sí tiene sentido hablar de creencias *compartidas*, valoraciones *compartidas* y de *compartir* actitudes, aunque sea inconscientemente.

En tercer y último lugar, los dualistas sostienen que la conciencia moral —la conciencia— no puede ser explicada en términos psicobiológicos, basándose para afirmar esto en que el deber es una categoría ética, no biológica, y que la ética trata del *deber*, no del *ser*. Consideremos, por un momento, los casos del ermitaño y del proscrito: ninguno de ellos tiene ocasión de utilizar toda la conciencia de que dispone porque la conciencia —como el habla— es eminentemente social. Puedes sentir simpatía hacia tu vecino cuando se en-

cuentra en problemas, sentirte inclinado a ayudarlo, o por lo menos no hacer nada para dañarlo; pero para hacer todo esto hay que empezar por tener un vecino. Esta «voz interior» que nos sugiere acudir en su ayuda, o que nos reprocha no haberlo hecho, es la «voz» de la sociedad, no la de un guardia inmaterial. A diferencia del mítico lobo solitario, el ser humano normal ha resultado modelado por la sociedad («culturizado», «socializado») hasta ser un animal mínimamente cooperativo.

Esto hace que la conciencia tenga más que ver con nuestras circunstancias materiales que con un Dios que nos proporciona una lista de obligaciones. Entre las circunstancias materiales está incluida nuestra carga genética: puede ocurrir que algunos individuos estén genéticamente más inclinados que otros a acudir en rescate de los seres humanos afligidos. Si es así, esas propensiones innatas han de haber sido fortalecidas (seleccionadas) en determinadas sociedades y debilitadas (no utilizadas) en otras. Por esto la moralidad debe tener una raíz biológica tanto como una social. Por lo que la sociobiología tiene algo que decir al respecto, aunque probablemente sea menos de lo que sus defensores proclaman y más de lo que imaginan sus detractores. Pero lo más importante es que el desarrollo de la moralidad ha dejado de ser un problema de especulación filosófica para transformarse en una materia de la investigación científica. Un resultado de las últimas investigaciones sobre los mecanismos que posiblemente nos permiten adquirir las reglas morales es que el condicionamiento (por premios y castigos) y la imitación (de los semejantes y de los adultos) son los más importantes. (Véanse las contribuciones de J. Aronfreed, A. Bandura y L. Kohlberg en Goslan, 1969.)

3. VOLUNTAD

Sólo es intencional parte de la conducta consciente. Lo que comenzó siendo un acto voluntario puede, una vez aprendido, transformarse en automático, esto es, continuar buscando un objetivo, pero sin ser ya intencional; la conducta consciente puede no tener un objetivo, como sucede con el soñar despierto y el andar sin rumbo. La volición incluye expectativa, pero no incluye necesariamente previsión. De hecho, podemos embarcarnos voluntariamente en determinada acción sólo para ver qué ocurre; esto es, esperamos que tenga algún resultado interesante aunque no tengamos ni idea de cuál pueda ser. Esta es la conducta exploratoria. Todo lo que uno espera en casos como este es conseguir algún tipo de utilidad, por ejemplo, la reducción de la curiosidad. Por tanto, es un error afirmar que un animal hace algo voluntariamente solamente cuando puede prever el resultado de su acción y evaluarlo. En resumen, proponemos la

DEFINICIÓN 8.2. Un acto de un animal es voluntario (o intencional) si y sólo si es un acto consciente que tiene un propósito; en caso de no ser así decimos que el acto del animal es involuntario.

La voluntad no es una entidad, sino una actividad neural: x quiere y si y sólo si x forma conscientemente el propósito de hacer y . Tampoco es una facultad misteriosa de la mente inmaterial, sino una capacidad de los sistemas nerviosos centrales altamente evolucionados, a saber, la que permite «un control de la conducta por los procesos de pensamiento» (Hebb, 1968, p. 75). Además, la actividad neural que llamamos «intención» se encuentra localizada en el córtex anterior (Pribram, 1960); por esto, cuando el cerebro anterior se encuentra dañado las intenciones se encuentran difuminadas o desaparecen (Luria, 1966).

Cuando cogemos una fruta de un árbol o un libro de una estantería, advertimos lo que estamos haciendo y, además, tenemos el propósito definido de hacerlo, lo que ocurre es que determinados psicones de nuestro córtex asociativo (casi con seguridad psicones que contienen neuronas del lóbulo frontal) activan ciertos centros motores, que a su vez controlan la conducta de coger fruta o el libro. Pero una vez que ha sido disparada por «la voluntad» (el psicón que quiere), la conducta es en gran medida automática (Fig. 8.3).

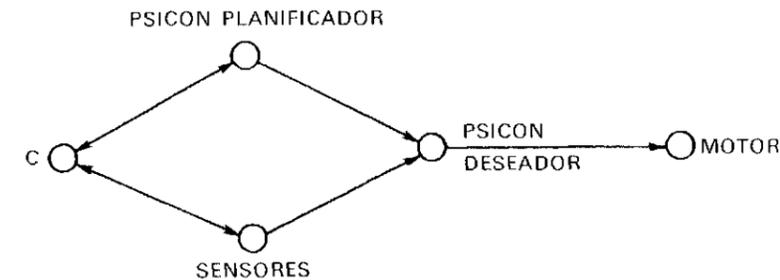


FIGURA 8.3. El psicón que planifica o proyecta activa el psicón encargado de querer, que a su vez controla el sistema motor. La totalidad está controlada por la conciencia y por el flujo sensorial.

La volición es una de las manifestaciones de la conciencia. Los actos voluntarios, como son conscientes y dirigidos a un propósito, pueden utilizar al máximo el conocimiento y la evaluación, sobre todo al enfrentarse a emergencias, con lo que tienen un máximo de posibilidades de ser efectivos o desastrosos cuando el conocimiento es ficticio y la evaluación errónea.

Los actos voluntarios pueden ser libres o forzados. El general que decide lanzar un ataque puede actuar libremente, pero aquellos de sus soldados que van de mala gana a la batalla actúan voluntariamente, aunque bajo coacción. (Por tanto, el término «voluntario» es inadecuado puesto que se refiere tanto a «voluntario libre» como a «voluntario a la fuerza».) El libre albedrío consiste en la volición junto con la posibilidad de elegir libremente un objetivo, con o sin previsión del resultado posible. Proponemos entonces la

DEFINICIÓN 8.3. *Un animal actúa por su libre albedrío si y sólo si*

- 1) su acción es voluntaria; y
- 2) elige libremente su(s) objetivo(s) (esto es, no se encuentra bajo ninguna compulsión programada o externa que le fuerce a alcanzar el objetivo elegido).

Esta noción de libre albedrío no es espinozista porque no incluye al conocimiento. Tampoco es, en consecuencia, idéntica con el tomar una decisión racional.

Habitualmente consideramos que el libre albedrío es imposible, por lo que su noción en realidad no es científica. El materialismo vulgar (sobre todo los mecanicistas, por ejemplo, los conductistas y reflexólogos) lo cree así porque no cree posible que los sistemas físico químicos puedan ejercerlo. Los positivistas y conductistas porque no se puede observar. Casi todos los espiritualistas aceptan el libre albedrío pero niegan que tenga estatus científico porque consideran que el acto voluntario libre no está sometido a leyes (es «espontáneo»), es gratuito (no está condicionado por ningún objetivo) y es original (no es repetitivo), por lo que es imprevisible. Nuestra definición no implica ninguna de estas características.

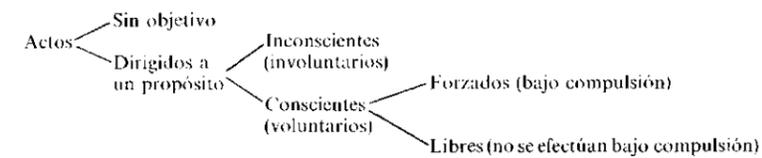
Como suponemos que el libre albedrío es un proceso neural, debe ser legal. Seguramente no es causal: ningún proceso espontáneo o de autoencendido lo es. Pero la causalidad es solamente una forma de legalidad (Bunge, 1959). El libre albedrío es legal, por lo que es posible repetirlo (*ceteris paribus*) y predecirlo. Por último, como es voluntario posee un propósito y no es gratuito. Lo cual es lo mismo que decir que una acción del libre albedrío la podemos efectuar con riesgo e incluso sabiendo que no será efectiva. (Esto es el heroísmo, bastante parecido a la temeridad y a la locura.)

Esto hace, paradójicamente, que el problema del libre albedrío, nacido y crecido en la filosofía y la teología, no lo puedan resolver ni una ni otra. Sin embargo, no es un pseudoproblema, sino que se trata de una tarea para la psicología (individual y social), que ha de estudiar la volición en general y averiguar si existen cosas tales como el libre albedrío. Nosotros osamos afirmar que sí existen. Esta hipótesis en realidad se sigue del Postulado 8.2 y las Definiciones 8.3 y 8.4:

TEOREMA 8.1. *Todos los animales capaces de encontrarse en estados conscientes son capaces de efectuar actos voluntarios libres.*

Como la conciencia no es exclusiva de los humanos, tampoco lo es el libre albedrío.

Todo lo precedente se puede resumir en la siguiente clasificación de los actos animales:



Insistamos, para terminar, en que no hay nada que no sea científico en la anterior noción de libre albedrío — proceso de volición autoprovocado (espontáneo). Está claro que esta noción no es consistente con la psicología del estímulo-respuesta ni con la reflexología, pero éstas presuponen, a su vez, la física aristotélica, en la que nada se puede mover a menos que sea movido desde el exterior. Según la ciencia moderna, por el contrario, el automovimiento (o autodeterminación) no es menos real que el movimiento provocado por otro (o la determinación provocada por otro). *Ejemplos:* el movimiento inercial, la propagación de ondas en el vacío, la desintegración nuclear espontánea, la autoasociación de las moléculas y de los grandes sistemas. En todos estos casos las fuerzas o no existen o son internas al sistema de que se trate. ¿Por qué habrían los psicobiólogos de rechazar la noción de espontaneidad (o autoarranque) si los físicos, los químicos y los biólogos la han domeñado?

4. YO

Parece que por lo menos hay dos nociones de sujeto, yo o ego. Una es la clara noción que se emplea en el conocimiento ordinario y en la psicología; la otra es la noción oscura (más bien familia de oscuras nociones) de yo que aparece en la filosofía tradicional. Todos entendemos la oración «Yo estoy feliz», pero sospecho que ninguno de nosotros entendemos lo que Fichte y Hegel escribieron sobre el yo, especialmente sobre «el yo absoluto».

Para definir el concepto de yo no hace falta más de lo que se precisa para definir el concepto de Tierra. El concepto de yo no es más que un caso particular de animal dotado con conciencia, del mismo modo que Tierra es un caso particular del concepto de Planeta. Como se trata de sistemas concretos tanto la Tierra como yo requeri-

mos descripciones, explicaciones y predicciones mucho más que definiciones. (Sólo podemos definir los conceptos.)

El concepto de yo aparece tácitamente en todos los enunciados generales que traten de la percepción, sentimiento, ánimo, pensamiento, y similares, de los primates. En realidad, yo no soy más que un caso particular del sujeto que aparece en los enunciados generales de la psicología humana. Toda la psicología humana me concierne, y también a ti, a nosotros, a otros como nosotros y, de hecho, a millones de nosotros. Por tanto, sostener que la noción de ego no es legal y que, por tanto, se encuentra fuera de los límites de la ciencia, es un infundio.

Seguramente yo soy único y a la vez muy parecido a todos los demás humanos. Pero pretender que yo no puedo ser sujeto de investigación científica porque soy único y opaco al público no es más convincente que sostener que la geofísica y la geología son imposibles porque nuestro planeta favorito es único e inaccesible para muchos. En realidad, no hay dos cosas idénticas, y todos los sistemas complejos tienen idiosincrasias que escapan a cualquier ley general única por definición de «ley general». La Tierra y yo no somos excepciones a esta (meta) ley. Que el filósofo *X* encuentre difícil (o embrollado, imposible o escandaloso) que éste, mi precioso yo, sea comprensible en términos científicos, es un dato más de información acerca de la concepción del mundo que tiene *X*, pero no es un argumento válido.

Yo no soy sino un ser humano —espero no ser un cuerpo sin mente ni un alma incorpórea, ni un compuesto misterioso de cuerpo y cerebro—; y por ser humano quiero decir un animal dotado con un cerebro capaz, en ocasiones, de advertir cosas y otras de ser consciente. Yo no *tengo* un cuerpo y tampoco *tengo* estados mentales del mismo modo que tengo (poseo) una máquina de escribir. Mi cuerpo no es un instrumento de mi mente inmaterial ni mi mente es un ayudante de mi cuerpo. Mientras estoy despierto soy un *animal que mienta* —y, por supuesto, también un animal que digiere, pasea, escribe, etc., uno, uno concreto de los cuatro mil millones de animales semejantes contemporáneos. Dejaré de existir en el momento en que el cerebro cese de funcionar.

No es imposible conocerme. Yo me conozco a mí mismo bastante bien, aunque no tan bien como me conocen, en aspectos especiales, mi familia, mis amigos, mis alumnos o mis médicos. Cada uno tenemos un conocimiento de mí, yo un conocimiento directo, ellos a través de mi conducta. No todo este conocimiento es científico. Sin embargo, si yo hubiera de ser el sujeto de estudios psicológicos y neurofisiológicos, el conocimiento científico que sobre mí se tendría aumentaría muy rápidamente. La ciencia tiene acceso a mí, a todos los sujetos humanos. No se trata de eliminar la subjetividad, sino de explicarla objetivamente.

Basta de comentarios acerca del concepto ordinario y el científico de yo. Podemos introducir nuestro concepto filosófico de yo por medio de la

DEFINICIÓN 8.4. *Un animal*

- 1) *tiene (o se encuentra en un estado de) autoadvertencia si y sólo si se advierte a sí mismo (esto es, advierte los procesos que ocurren en sí mismo) como diferente de todas las demás entidades;*
- 2) *tiene (o se encuentra en un estado de) autoconciencia si y sólo si es consciente de algunos de sus propios estados conscientes pasados;*
- 3) *tiene un yo en un momento determinado si y sólo si en ese momento se autoadvierte o es autoconsciente.*

Según esta definición el yo no es una entidad sino un estado de una entidad, a saber, un cerebro avanzado. Por tanto, decir que «el yo tiene un cerebro» (Popper y Eccles, 1977) es lo mismo que decir en nuestra concepción que algunos estados cerebrales tienen un cerebro.

Los humanos no son los únicos que se autoadvierten, pero, en la medida de nuestros conocimientos, sabemos que son los únicos que tienen autoconciencia, cuando son normales y a partir de cierta edad. El niño se advierte pero no es autoconsciente. Creemos que la autoconciencia aparece aproximadamente a los siete años de edad (Piaget) y que se origina en el habla interna (Vigotskii). Probablemente la autoconciencia es un atributo humano tan antiguo como el lenguaje, y los dos han evolucionado (y lo continúan haciendo) junto con la sociedad. (Jaynes, 1976, sostiene que la autoconciencia —que él identifica con la conciencia— no tiene más antigüedad de dos milenios, basándose para establecer esta afirmación en que las menciones de la búsqueda del alma, dudas, miedos y similares, no aparecen en la literatura con anterioridad a esa fecha. Pero esto equivale a conjeturar que a los ingleses de la era victoriana no les gustaba el sexo solamente porque sus novelistas nunca lo mencionaban.)

La autoadvertencia y autoconciencia del animal *X* es el modo en que *X* se «ve» (siente y piensa) a sí mismo: es una imagen subjetiva o representación de *X* efectuada por *X*. Esta autoimagen del sujeto está condenada a diferir de todas las demás imágenes suyas. Todos y cada uno de nosotros nos creemos más (o menos) atractivos, diestros o buenos de lo que los demás «perciben» que somos. Además, esta imagen cambia con la edad, como todo el mundo sabe, excepto los filósofos que insisten en que el yo es inmutable.

5. PERSONA

Existen numerosos conceptos de persona, tantos como teorías de la personalidad existen (en realidad, pseudoteorías). No necesitamos considerar más que dos. Según los espiritualistas y los dualistas, una persona es idéntica con una mente. Esta ecuación también la pueden aceptar los materialistas siempre que conciban la mente como un sistema de funciones neurales. Pero esta concepción no la aceptarían los psicólogos puesto que ellos incluyen entre los rasgos de la personalidad numerosas características no mentales. Por ejemplo, la intensidad de los impulsos biológicos, las preferencias heredadas, el modo de andar, y las velocidades de reacción son consideradas frecuentemente como rasgos de la personalidad.

Un segundo concepto de persona es el de animal dotado con personalidad, donde a su vez «personalidad» se define como la unión de la mente con el repertorio de conducta. Esta definición concuerda con el uso que habitualmente hacen de ella los teóricos de la personalidad, pero que extiende la personalidad a algunos seres no humanos. Extensión que podrían agradecer los etólogos, que parecen estar de acuerdo en que ciertos animales — a saber, los que tienen capacidades mentales — poseen rasgos definidos de personalidad. (Por tanto, han de estar dispuestos a admitir la existencia de personas no humanas. Pero también han de tener mucho cuidado y no atribuir a todos los animales todos los rasgos de la personalidad humana. Afirmaciones como la de que los topos son introvertidos mientras que los gorriones son extrovertidos no servirán para que la etología avance.) En cualquier caso proponemos la siguiente

DEFINICIÓN 8.5. Sea *b* un animal dotado de un sistema neural plástico capaz de mentación (esto es, con mente no vacía). Entonces

- 1) la personalidad de *b* es el sistema funcional compuesto por todas las funciones motoras y mentales de *b*;
- 2) una persona es un animal dotado con personalidad.

Nuestras definiciones tienen las siguientes consecuencias. *Primera*: como definimos la personalidad como la unión de la conducta con la mentación, resulta ser una propiedad de la totalidad del cuerpo. (Esto es, no puede existir un órgano de la personalidad, ni siquiera rasgos localizados de personalidad, como serían los «bultos filoprogenitivos» que imaginaron los frenólogos.) *Segunda*: la misma razón hace que la destrucción o ablación de amplias regiones del SNC, o la parálisis o amputación de los miembros, provoque cambios significativos de la personalidad. (Por ejemplo, la lobotomía despoja al individuo de iniciativa y previsión.) Algunas drogas, el LSD y el

alcohol, pueden provocar cambios semejantes de personalidad, aunque en este caso se trate de cambios que son frecuentemente reversibles. La destrucción masiva e irreversible del cerebro destruye la personalidad por completo; en este caso el animal deja de ser una persona tanto desde el punto de vista psicológico como legal.

Tercera: el aprendizaje configura y enriquece la personalidad, aunque no siempre lo hace de un modo admitido por la sociedad. (Las personas originales deben rebelarse contra lo que consideran absurdo o injusto, y los rebeldes no suelen ser tratados con tanta deferencia como las personas bien ajustadas.) *Cuarta*: Los individuos que sufren experiencias traumáticas (desamparo, guerra, campos de concentración, prisión, conversión ideológica...) pueden llegar a adquirir personalidades completamente nuevas. *Quinta*: durante el sueño profundo y los estados de coma perdemos gran parte, si no toda, nuestra personalidad; nos transformamos en no personas, o casi. (Por supuesto, cuando despertamos o volvemos en nosotros «recobramos», o mejor: reconstruimos, nuestra personalidad.)

Sexta: como la conducta y la mentación de los animales equipados con sistemas neurales plásticos dependen parcialmente de su medio, un mismo animal puede mostrar personalidades diferentes en medios diferentes — puede ser, por ejemplo, despótico en casa y sumiso en el trabajo; o a la inversa (Fig. 8.4).

Séptima: no existe *identidad personal* o personalidad duradera en mayor medida que pueda existir identidad digestiva o cardiovascular: la conducta y la identidad de un vertebrado superior son más variables y vulnerables que cualesquiera otras funciones corporales. (En Hume, 1739, Parte IV, Sec. VI, se hace una crítica anticipada de la idea de identidad personal.) En la persona humana no existe *identidad*, sino, como mucho, *continuidad* del cuerpo de la persona (esto es, del cuerpo que se comporta y mienta).

Octava: la mente no es una masa incorpórea sino una colección de funciones cerebrales, y como no hay dos cerebros que sean idénticos, gemelos «idénticos» criados en un mismo medio tienen mentes diferentes, por lo que son personas diferentes, y no constituyen (como sostiene Shaffer, 1977) una mente única con dos cuerpos.

Novena: como los individuos tras la comisurotomía tienen dos mentes (Corolario 3.7), también tienen doble personalidad, esto es, son dos personas unidas anatómicamente (aunque no por la razón dada por Puccetti, 1973).

Décima: si un individuo adquiriera un nuevo cerebro por medio de un trasplante, desaparecerían las personalidades del donante y la del receptor, y emergería una tercera personalidad. El cerebro recibirá en su nueva morada estímulos nuevos, y dejará de recibir algunos de los estímulos a los que está acostumbrado; como además controlaría un cuerpo nuevo tendría que efectuar movimientos diferentes, por lo que funcionaría de un modo distinto. Los yos origi-

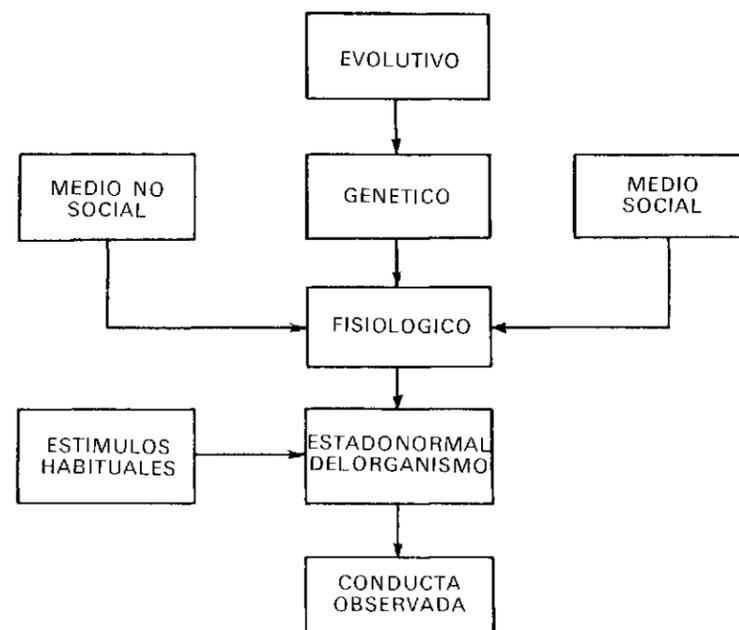


FIGURA 8.4. Determinantes de la personalidad (tomado de Gray, 1972b). Los diversos factores causales convergen sobre el cuadro etiquetado como «fisiológico» porque todos estos factores actúan por vías fisiológicas. En Cartwright, 1979, se consideran concepciones diferentes de ésta.

nales se perderían. Lo mismo sirve, *a fortiori*, en el caso de trasplante de cada hemisferio a un cráneo diferente: se producirían dos personas diferentes —ninguna de las cuales sería, posiblemente, viable. En resumen, entrometerse en un cuerpo mentante es también entrometerse en su mente. Basta ya de pensar experimentos mentales vampíricos.

CAPITULO 9

SOCIALIDAD

1. CONDUCTA SOCIAL

El canto territorial de un pájaro y la acción «antisocial» de un criminal no son menos sociales que la danza de las abejas o la exploración del babuino en defensa de su grey, a pesar que las primeras tienden a reforzar el aislamiento mientras que las últimas potencian el gregarismo (cf. Hinde, 1974). La noción que nos interesa la dilucidamos por medio de la

DEFINICIÓN 9.1. *Un animal se comporta socialmente si y sólo si actúa sobre, o sobre el actúan, otros individuos de la misma especie.*

Incluimos la condición de pertenencia a la misma especie, lo que excluye del repertorio de conductas sociales la caza y la huida de los depredadores. Según nuestra definición, la conducta sexual (el cortejo y la cría) y los cuidados parentales sí quedan cualificados como sociales. Fijémonos también en que no exigimos que una conducta sea deliberada o consciente para que sea social: puede ser automática — en particular programada — como ocurre en los insectos gregarios.

Aunque no todos los animales son gregarios o sociales (es decir, no todos los animales viven en comunidades), todos son sociales, en el sentido anterior, por lo menos potencialmente. Por tanto adoptamos el

POSTULADO 9.1. *El repertorio conductual de todos los animales incluye tipos (pautas) de conducta social.*

Mientras los insectos sociales heredan la mayor parte de su conducta social, en los mamíferos ocurre lo contrario, esto es, la mayor parte de la conducta social se aprende y, sobre todo, se aprende por imitación de los padres y compañeros. (En consecuencia, las extrapolaciones desde las sociedades de insectos a la sociedad humana deben efectuarse con mucha precaución si no se desea ser objeto de burla.) Como, además, las poblaciones de una misma especie son diferentes, también la conducta social está condenada a ser diferente

según el grupo que se considere. (Los antropólogos dirían que no existen dos grupos sociales de animales de una misma especie que sean culturalmente idénticos.

La conducta social está controlada, como cualquier otra conducta, tanto interna —sobre todo por el SNE— como externamente. Por ejemplo, la agresividad depende de variables endógenas, por ejemplo, de algunas hormonas (especialmente testosteronas) y de la excitación de determinados sistemas cerebrales (por ejemplo, el hipotálamo anterior), y también de variables exógenas, como la escasez de comida, la carencia de espacio y el frío. (La agresividad no es un instinto irreprimito *à la* Freud y Lorentz, sino un estado orgánico temporario relacionado con acontecimientos del medio, por lo que podemos controlarla por diversos procedimientos: con hormonas agresivas e inhibitorias, por estimulación eléctrica, y por la modificación de algunos rasgos del medio.) Otro ejemplo de la generalización según la cual toda conducta social está controlada por factores endógenos y exógenos es el siguiente: si el nivel de serotonina desciende en un mono por debajo del 30 por 100 de lo normal el animal pierde el interés por su entorno, se hace introvertido y, como consecuencia de esto, pierde su rango social (Redmond Jr. y otros, 1971).

Otro ejemplo: los animales ponen límites a sus territorios sólo en medios moderadamente ricos. Si la comida está muy dispersa o densamente concentrada no hace falta establecer territorios —en el primer caso porque no merece la pena vigilar y en el segundo porque no se presenta competencia. Por tanto, los individuos de especies diferentes se pueden comportar de modo semejante en condiciones ambientales similares, mientras que individuos pertenecientes a una misma especie mostrarán conducta social diferente en medios diferentes —por ejemplo, mientras unos serán individualistas, otros serán gregarios, dependiendo de la distribución de la comida, del lugar en que han sido criados, del peligro de predadores, etc. por ejemplo, el arrendajo azul sólo se empareja sexualmente en cierto territorio, es monógamo en un segundo, y vive en bandadas en un tercero. Lo mismo hace el babuino anubis que habita los bosques de Uganda, que tiene una organización social con una única clase, mientras que el babuino que recorre las sabanas de Kenia tiene una jerarquía social rígida cuyo objetivo es defenderse de los predadores (cf. Wilson, 1975).

Las razones anteriores hacen que el determinismo biológico sólo sirva para animales cuyo repertorio de conducta social sea heredado y, por tanto, estereotipado. De este tipo parecen ser la conducta social de las abejas y hormigas, los cortejos rituales de los pájaros, y las pautas de agresión y sumisión de los perros salvajes. (Los animales sociales no sólo «heredan» por medio de su genoma, ya que nacen en una sociedad preexistente que condiciona su estilo de vida

y hasta su modo de percibir.) Por el contrario, los primates parece ser que sólo heredan las pautas de conducta social que conciernen a la reproducción y a los cuidados de los jóvenes. Las demás pautas de conducta social se aprenden. Lo que heredan los primates es *a) la necesidad de comunicación social y b) la capacidad de formar y cambiar reglas de conducta social y la de formar y deshacer grupos sociales.*

Los animales se juntan formando familias o comunidades, que pueden ser temporales o permanentes, cuyos enlaces pueden ser firmes o ligeros, y se juntan porque esta conducta les será beneficiosa. El más simple de estos sistemas es la familia, y entre éstas la menor es la pareja formada por madre e hijo. La raíz y base de este sistema es el cuidado del niño. Más precisamente, una familia es un sistema (en general de miembros de una misma especie) cuya estructura incorpora la relación de crianza. Podemos postular que todas las familias están compuestas por animales que nacen con repertorios de conducta que no están completamente desarrollados, esto es, que precisan de cuidados para sobrevivir.

Las familias se forman de un modo natural, sobre la base de relaciones naturales, pero a pesar de esto no son biosistemas. En realidad, los vivos son los miembros de la familia, es decir, son los miembros los que metabolizan, tienen capacidad reproductiva, etc. Una familia es un sistema social, no un «todo vivo» —a pesar de los organicistas sociales y de los holistas.

Daremos a continuación una definición de sistema social acorde con nuestra definición cualitativa general de sistema:

DEFINICIÓN 9.2. *Un sistema σ es un sociosistema (sistema social o grupo social) si y sólo si*

- 1) *su composición es un conjunto de animales del mismo orden;*
- 2) *el medio de σ es el conjunto de cosas distintas de los componentes de σ que actúan, o son influidas, por éstos;*
- 3) *la estructura de σ es el repertorio de conducta social de los miembros de σ .*

En la mayor parte de los casos, los sistemas sociales están compuestos de miembros de la misma especie. Hay excepciones, por ejemplo las familias de pájaros que incluyen uno o dos polluelos de otras especies, y las sociedades de hormigas, que incluyen hormigas esclavas pertenecientes a especies diferentes.

Los sociosistemas han de empezar por ser sistemas, esto es, sus componentes han de estar unidos por enlaces de algún tipo. Además no todos los sistemas sociales forman una sociedad o comunidad: sólo son sociedades los sociosistemas autónomos o autosuficientes. Por esto un grupo de pordioseros y ladrones, aunque esté bien organizado, como lo estaba el de *La opera de la perra gorda* de

Brecht, es un subsistema de una sociedad, pero no una sociedad. Por esto establecemos la

DEFINICIÓN 9.3. *Un sociosistema es una sociedad si y sólo si es autosuficiente (esto es, no depende por completo de otros sociosistemas).*

2. EL CEMENTO DE LOS GRUPOS SOCIALES

¿Qué es lo que provoca la formación de los sistemas sociales y los mantiene unidos a pesar de los intereses divergentes de sus miembros? Nuestra respuesta es: la crianza en el caso de la familia, la colaboración (o participación) en el caso de otros sistemas sociales y la presión social (pacífica o violenta) en todos. Ninguna de las cadenas ni de las fuerzas biológicas (como la relación madre-hijo) son difíciles de explicar. Lo que es más difícil es que existan uniones sociales de otros tipos: por tanto, emplearemos algún tiempo explicando el modo como la cooperación (colaboración y participación) constituye el cemento de la sociedad incluso en condiciones de competencia.

No es necesario que la cooperación sea consciente: puede ser automática, como ocurre con los insectos sociales. Los animales pueden cooperar por sus propios intereses (como en el caso de los *partenaires* sexuales y de los compañeros de una expedición a tierras extranjeras) o por el interés del propio grupo (de la familia, la bandada, la colonia o cualquier otro sistema social). La cooperación que existe entre los miembros de un hormiguero o de una manada de lobos son dos ejemplos de cooperación beneficiosa para un todo supraindividual.

Dilucidamos el concepto general que nos interesa por medio de la

DEFINICIÓN 9.4. *Sean a y b animales. Entonces decimos que a y b cooperan entre sí si y sólo si la conducta social de cada uno de ellos es valiosa para el otro o para un tercer animal.*

Cuando la cooperación se refiere a cosas (por ejemplo, bienes) de algún tipo hablamos de compartir esas cosas, y cuando se refiere a actividades es cuando hablamos de participación. Más precisamente, adaptamos la

DEFINICIÓN 9.5. *Sea σ un sistema social cuya composición es $\mathcal{C}(\sigma)$, cuyo medio es $\mathcal{E}(\sigma)$ y cuya estructura es $\mathcal{A}(\sigma)$, y sean $T \subseteq \mathcal{C}(\sigma) \cup \mathcal{E}(\sigma)$ un conjunto de miembros de σ o de ítems del medio de σ , y $A \subset \mathcal{A}(\sigma)$ un tipo de actividad en σ . Entonces para un componente cualquiera x de σ ,*

- 1) x comparte en T si y sólo si x coopera con otro(s) miembro(s) de σ sobre actuando sobre ítems de T ;

- 2) x participa en A si y sólo si x coopera con otro(s) miembro(s) de σ para hacer A .

Veremos a continuación dos ejemplos de conducta social cooperativa. Primero: la defensa del territorio que suministra el alimento o que se usa para la crianza, y de los miembros más débiles del grupo social. Segundo: el juego, que parece común a todos los pájaros y mamíferos superiores que tienen familia u organización social (Thorpe, 1966). Fijémonos en que el juego puede incluir tanto cooperación como competición.

Formulemos a continuación de un modo explícito nuestro supuesto de que la asociación se basa sobre la cooperación:

POSTULADO 9.2. *Un conjunto de animales de la misma especie forma un sistema social si y sólo si cada uno de ellos coopera con algunos otros miembros del mismo conjunto (esto es, comparte a los recursos de la sociedad o participa en alguna de sus actividades).*

Los primeros evolucionistas recalcaron la importancia de la competición a expensas de la cooperación. Desde entonces hemos aprendido que la lucha por la vida requiere las dos. Por ejemplo, las manadas y la formación de colonias son defensas efectivas contra la predación (Hamilton, 1971); el pacer en grupos, las jaurías de caza y la defensa activa requieren cooperación —por no hablar de las formas superiores de socialización, como la división de trabajos y juegos.

La mayor parte de la conducta cooperativa es inconsciente, y parte de ella innata, no aprendida. Sin embargo, vista de cerca, no toda la conducta cooperativa es utilitaria: parece haber amistad e incluso amor entre los pájaros y los mamíferos de ciertas especies. Por ejemplo, entre los cormoranes los cortejos y la construcción de nidos son relativamente independientes de la actividad sexual y pueden comenzar antes de que exista ningún cambio fisiológico relacionado con el ciclo reproductivo (Kortland, 1955). También existen ejemplos de altruismo (o solidaridad) y de compasión entre animales subhumanos: hay animales que comparten su comida con otros o que ayudan a otros a librarse de situaciones difíciles o que se abstienen de dañar a miembros de la misma especie, etc. (La crueldad y el vandalismo parecen ser invenciones humanas. Pero también lo son las instituciones dedicadas a proteger a los débiles y ayudar a los necesitados.) Como respecto a estas cuestiones no hay mucha claridad, establezcamos la

DEFINICIÓN 9.6. *Para animales a y b cualesquiera,*

- 1) a se comporta altruistamente (o solidariamente) hacia b si y sólo si a efectúa

una conducta social dirigida a un propósito que puede ser valioso para b aunque no lo sea de modo directo ni inmediato para a :

- 2) a y b son mutuamente altruistas (o solidarios) si y sólo si a es altruista para b y a la inversa.

Fijémonos en que sólo la conducta social puede ser altruista. Esta condición excluye la conducta que sea valiosa accidentalmente, como la defecación, que puede ser beneficiosa para los escarabajos, o la construcción de nidos, que puede ser explotada por pájaros que utilizan nidos ajenos.

Una medida tosca de la solidaridad es la siguiente. Sean a y b animales, y $N(b)$ el conjunto de necesidades de b (por ejemplo, comida, abrigo o cariño) y $G(a, b)$ el conjunto de ítems que a puede proporcionar a b . (Suponemos que hemos estimado $N(b)$ y $G(a, b)$ durante el mismo período de tiempo.) Entonces la *solidaridad* de a hacia b es $G(a, b) \cap N(b)$. Una manera de precisar cuantitativamente este concepto es la siguiente. El *grado de solidaridad* de a hacia b (en el período de tiempo citado) es

$$s(a, b) = |G(a, b) \cap N(b)| / |N(b)|$$

donde « X » designa el número de elementos de X .

(Cuantos más ítems necesarios des, tanto más solidaria será tu conducta. Los ítems que no son necesarios no se cuentan.) Por supuesto, la solidaridad recíproca entre a y b es $s(a, b) + s(b, a)$. Esta fórmula nos proporciona el número total de ítems intercambiados entre a y b sin fijarnos en el valor que tienen.

Un valor más preciso se puede hallar asignando a cada ítem necesitado un valor. Este valor no hace falta que sea biológico: en el caso de los animales superiores puede ser social; esto es, los ítems considerados pueden beneficiar a la totalidad de la sociedad. Aunque sólo fuera por esta razón ya sería difícil aceptar el análisis del altruismo en términos de costo-beneficio (cf. Wilson, 1975), que se basa en la premisa de que los genes son tan vivos y tan conscientes de su especie que llegan a saber que para un individuo es un buen negocio dar su vida a cambio de tres o más congéneres, pues en este caso existen más posibilidades de que su carga genética (o mejor, una réplica de ella) se salve en beneficio de la posteridad. El altruismo genuino requiere un SNC altamente desarrollado que sea capaz de darse cuenta de que un miembro de su misma especie se encuentra en necesidad. Es incorrecto saltarse niveles al modo de algunos sociobiólogos.

Además de las acciones interindividuales que permiten a los sistemas seguir adelante, tenemos las influencias del grupo sobre los individuos que les impide que destruyan el tejido social. Algunas de ellas tienen efectos fisiológicos significativos, lo cual justifica la nueva disciplina denominada fisiología social. *Ejemplo 1.*

Las hembras jóvenes de los ratones alcanzan la madurez sexual más pronto si se crían en compañía de machos que cuando se crían aislados o en compañía de hembras. (Los machos secretan feromonas que estimulan el ovario). *Ejemplo 2.* Una inyección de epinefrina produce sentimientos amistosos en humanos inmersos en un medio amistoso y sentimientos hostiles en los que se encuentran en medios hostiles (Schachter y Singer, 1962). *Ejemplo 3.* Las tareas sociales exigentes y las relaciones sociales embrolladas pueden causar estrés, que a su vez puede provocar cambios fisiológicos, e incluso anatómicos, dramáticos (úlceras, órganos deformados, agrandados, etc.), que que a su vez pueden deteriorar el funcionamiento del cerebro.

El estado del sistema social depende del estado fisiológico de sus miembros y a la inversa. La presión social la sentimos más agudamente en el cerebro, por lo que es más probable que la manifestemos en la conducta. (Una vez más el precursor a este respecto es Hipócrates, quien en su tratado *Aires, aguas, lugares*, discutió la influencia de las instituciones sobre el carácter, sosteniendo, entre otras cosas, que «donde haya reyes, allí deben estar los mayores cobardes».) Por supuesto, la presión social no es una acción misteriosa del todo sobre la parte, sino que es la acción (directa o indirecta) de los diversos componentes de un grupo social sobre aquellos que se desvían de la norma o uso. Ocurre lo mismo que en el caso del resorte: cuanto mayor es la fuerza que hay que ajustar, mayor es la desviación. No necesitamos intentar reformular este enunciado metafórico en términos exactos, pero sería conveniente aclarar la noción de desviación porque la utilizaremos. He aquí una dilucidación:

DEFINICIÓN 9.7. Sea F una función que representa una propiedad de los miembros de un sistema social σ , y supongamos que la distribución de F en $G(\sigma)$ es de campana de Gauss, cuya media es F y dispersión d . Entonces para un miembro cualquiera x de σ ,

- 1) x está conforme respecto a F si y sólo si $|F(x) - F| \leq d$;
- 2) x se desvía con respecto a F si y sólo si x no está conforme respecto a F .

Suponemos lo que es obvio, que cada grupo social contiene algunos desviados, y que la presión del grupo sobre los individuos aumenta según aumenta la desviación:

POSTULADO 9.3. En todo sistema social

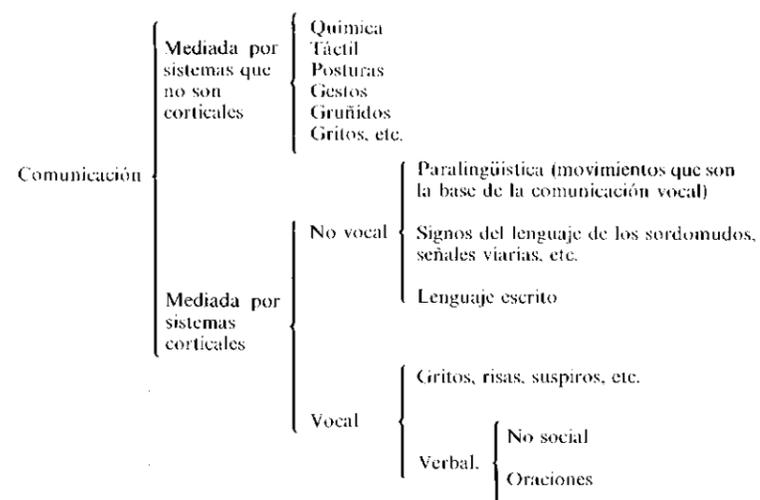
- 1) existen desviados en algún aspecto, y
- 2) algunos de sus compañeros les someten a una presión que es función directamente proporcional a su desviación.

En casi todas las sociedades de vertebrados la estructura social ejerce una reacción bastante débil sobre la conducta individual. Las

manadas y tropas de todo tipo se dividen e incluso llegan a disolverse por completo cuando varían las condiciones del medio. En las sociedades jerárquicas de primates, por el contrario, la estructura social completa parece ser todopoderosa mientras permanece el sistema social. Lo cual sirve para la estabilidad social y para la rebelión ocasional. Los elementos desviados, desamparados, o sólo jóvenes, frecuentemente son excluidos del grupo. A veces pueden encontrar un hábitat más favorable que les ofrezca oportunidades y cambios nuevos. Si es así, su descendencia estará sometida a presiones (externas e internas) diferentes de las que operaban en su comunidad de origen, con lo que una nueva raza, e incluso especie, puede seguir evolucionando a lo largo del tiempo (Christian, 1970).

3. COMUNICACION

Todos los animales sociales, y algunos que no lo son, pueden intercambiar algún tipo de información (cf. Sebeok, 1977). Existe una gran variedad de tipos de comunicación animal:



Adoptaremos la distinción estándar entre una señal, el mensaje que conlleva y su significación para un receptor (cf. Morris, 1938; Smith, 1965). Nuestras convenciones serán las siguientes:

DEFINICIÓN 9.8.

- 1) Una señal animal es un proceso físico ejecutado o controlado por un animal, que es perceptible para otros animales y que es capaz de modificar su conducta;
- 2) el mensaje que una señal animal porta es una representación codificada de sucesos del SNC del animal que envía la señal;
- 3) La significación de un mensaje para un receptor es el cambio que provoca en su SNC la señal que porta el mensaje;
- 4) Un animal comprende un mensaje si y sólo si los sucesos que en su SNC provoca la señal que porta el mensaje son semejantes a los del animal que emitió la señal;
- 5) Dos animales se comunican uno con otro si y sólo si comprenden los mensajes de las señales que intercambian.

Fijémonos en los puntos siguientes. Primero, una señal animal puede ser burda —como un puñetazo—, o sutil —como un canto. Segundo, la comunicación se da siempre entre animales —de la misma o de distintas especies—, aunque no siempre es directa. Por ejemplo, no hablamos a un computador que ejecuta automáticamente sus instrucciones, sino a su(s) programador(es). Y los computadores no se comunican entre sí: lo hacen sus programadores. (Uno de los programadores podría ser una persona en un estado anterior, por ejemplo, cuando confía algunos datos a la memoria del computador.) Tercero, aunque la comunicación puede ser apreciable (o inapreciable) no está necesariamente dirigida a un propósito. Por ejemplo, las señales que intercambian las hormigas y las abejas están programadas genéticamente, pero no están dirigidas a un propósito a pesar de que son funcionales (valiosas desde el punto de vista biológico). También los hombres pueden revelar involuntariamente sus estados mentales, por ejemplo, por medio de muecas, suspiros e interjecciones. Cuarto, el concepto psiconeural de significación (Definición 9.8.3) difiere de la noción conductista (cf. Paivio, 1971) y de la semántica (cf. Bunge, 1974b). La primera es más potente que el concepto conductista de significación (según éste la significación sería el conjunto de cambios de conducta provocados por el mensaje): mensajes que no tienen interés pueden dejarte frío, mientras que otros espantosos te dejarán helado. Quinto, gran cantidad de señales las heredamos; entre ellas están el cortejo y el despliegue.

Se ha puesto de moda hablar de *lenguajes animales*. Pero no todos los conjuntos de señales son lenguajes; por ejemplo, el conjunto de los gestos humanos no es un lenguaje. Los lenguajes son sistemas de señales aprendidas tales que a) todas las señales son simples o concatenaciones de señales simples (esto es, los lenguajes tienen sintaxis), y b) permiten al animal componer un número ilimitado de mensajes diferentes —que puede crecer a medida que crece la experiencia del animal. Una única señal básica, por ejemplo, un sonido diferenciado o un destello luminoso, es suficiente para construir

un lenguaje puesto que esa única señal se puede concatenar consigo misma tantas veces como se quiera formando cada vez una palabra distinta, lo que permite formar un número infinito de palabras. Por el contrario, el lenguaje de las abejas, a pesar de toda su complejidad, no satisface nuestras condiciones porque las abejas no aprenden sus señales poco a poco, ni tampoco elaboran mensajes complejos a partir de otros más sencillos, y tienen un número finito de señales.

Capturamos la idea anterior en la siguiente convención:

DEFINICIÓN 9.9. Sea S un conjunto finito no vacío y, \circ una operación binaria en S . Llamemos $L = \langle S^*, \circ \rangle$ al semigrupo libre sobre S , esto es, al conjunto de concatenados de miembros de S . Entonces L es un lenguaje si y sólo si

- 1) S es un conjunto de señales aprendidas por el animal;
- 2) existe al menos un animal capaz de comprender algunos de los mensajes que los miembros de S^* portan.

Esta definición posibilita los lenguajes privados del tipo de los discutidos (y negados) por Wittgenstein y sus seguidores, lenguajes que se ha descubierto que los niños sordos los inventan (Goldin Meadow y otros, 1977). Esto es interesante porque está generalmente reconocido que los lenguajes de signos tienen la misma fuerza expresiva que los lenguajes naturales hablados, y porque los monos los pueden aprender, como el famoso chimpancé Washoe (Gardner y Gardner, 1969) y el gorila Koko (Patterson, 1978). He aquí la transcripción de una conversación sostenida por Koko y su entrenadora, Penny, acerca de un mordisco accidental:

«YO: "¿Qué hiciste a Penny?"
 »KOKO: "Mordisco."
 [KOKO, en el momento del incidente, lo llamaba rasguño]
 »YO: "¿Lo admites?"
 »KOKO: "Perdón, mordisco rasguño."
 [En este momento mostré a KOKO la marca de mi mano; en realidad parecía un rasguño.]
 »KOKO: "Malo mordisco."
 »YO: "¿Por qué mordisco?"
 »KOKO: "Porque loco."
 »YO: "¿Por qué loco?"
 »KOKO: "No sé.»

Estas investigaciones han debilitado la hipótesis de que el lenguaje es exclusivamente humano; y sólo la han debilitado porque a estos monos se les enseñó un lenguaje hecho por el hombre, el lenguaje de signos americano, mientras que los hombres *crean* sus lenguajes.

(Igual que podemos enseñar a los chimpancés a andar en bicicleta y a los gorilas a disparar cámaras fotográficas, a pesar de que ninguno de ellos ha inventado esos aparatos.) Lo que sí han refutado definitivamente estos experimentos es la hipótesis de que el hombre es el único animal capaz de aprender y utilizar lenguajes. Los chimpancés y los gorilas no se limitan a aprender frases hechas, sino que también construyen frases nuevas. Además pueden aprender a comunicarse entre ellos utilizando un lenguaje de signos o un lenguaje que utiliza símbolos geométricos que representan palabras (ver Savage-Rumbaugh y otros, 1978).

Por supuesto, los monos hacen un uso muy limitado del lenguaje porque son incapaces de pensar la mayor parte de las ideas que se podrían expresar por medio de un lenguaje de signos o de cualquier otro lenguaje artificial. A pesar de esto, está claro que, aunque sus lenguajes sean prestados, los monos *expresan* con ellos sus propios *pensamientos*. Con lo que de paso terminan con la vieja polémica de los filósofos del lenguaje según la cual «en realidad no tiene sentido conjeturar que los animales *puedan* tener pensamientos» (Malcolm, 1973). Ahora podemos estar seguros, tras los experimentos de enseñanza de lenguajes a monos antropoides, que los animales pueden pensar, que es mucho más de lo que se puede decir de algunos filósofos. (Ver también Premack y otros, 1978.)

Podemos entrenar a los chimpancés y gorilas a comunicarse con sus entrenadores, y entre ellos, por medio de un lenguaje de signos (Gardner y Gardner, 1969), por medio de piezas de plástico (Premack, 1971) y por medio de computadores (Rumbaugh y otros, 1973); esto hace que el hombre ya no pueda seguir siendo definido como el *usuario del lenguaje*. Podemos postular, al contrario, que los humanos y los monos antropoides, y posiblemente también otros animales, tienen una capacidad lingüística innata. Pero esto no quiere decir que el hombre haya nacido con unos *conocimientos* de determinados rasgos estructurales básicos comunes a todos los lenguajes naturales (tesis de Chomsky). Con lo que hemos nacido es con un tracto vocal, las áreas de Wernicke y Broca, y sistemas neurales subsidiarios, a lo que se une un medio social (que conlleva una tradición) que estimula la adquisición y desarrollo de los lenguajes verbales. (Los niños salvajes son mudos.) Nuestro legado anatómico y social nos permite movilizar cuantos sistemas neurales sean precisos para producir o comprender el habla. No hace falta señalar que ese legado no es constante. El cerebro y el tracto vocal deben haber evolucionado armónicamente uno con el otro y ambos en armonía con la sociedad: la evolución anatómica podría no haber tenido ninguna ventaja selectiva en este caso si no hubiera sido porque la sociedad la premiaba (Lieberman, 1976). Esta simbiosis pararía sin duda alguna, y la evolución resultante se transformaría en involución, si todos los hombres entraran en la orden de la Trapa.

El lenguaje humano no es sólo un instrumento para la comunicación sino también, y quizás sobre todo, una herramienta para el pensamiento. No es que este pensamiento sea imposible sin el lenguaje; el lenguaje figurativo no es lingüístico, y el lenguaje matemático puede ser en gran medida no lingüístico, como señaló Piaget. Además, los sordomudos pueden pensar, y también lo pueden hacer sujetos que padecen importantes afasias como consecuencia de golpes o lesiones cerebrales. Por otro lado, podemos suponer que piensan algunos animales subhumanos incapaces de utilizar un lenguaje a menos que se les enseñe, como ya suponía Darwin.

La coherencia en el habla implica la comprensión, pero no a la inversa, esto es, es necesario pensar correctamente para hablar correctamente. Sin embargo, *a*) el habla (interna) facilita enormemente el pensamiento, hasta tal punto que frecuentemente se describe el pensamiento como el «hablarse a uno mismo» (y el habla coherente como «pensar en voz alta»); *b*) una vez que hemos verbalizado los pensamientos, el lenguaje puede tomar la delantera, siendo las oraciones pensamientos improvisados, lo cual es un recurso en situaciones rutinarias y un riesgo en situaciones nuevas; *c*) los «centros» de habla y de pensamiento se encuentran muy cercanos el uno al otro, —probablemente concuerdan parcialmente—, hasta el punto que «casi todo lo que es malo [o bueno] para el funcionamiento cerebral puede ser malo [o bueno] para el lenguaje» (Lenneberg, 1970, p. 366.); *d*) el lenguaje facilita enormemente el aprendizaje; el lenguaje, a su vez, resulta enriquecido por el conocimiento, por lo que podemos considerar al lenguaje tanto un aspecto de la cognición como un aspecto de la socialidad.

4. PROTOECONOMIA, PROTOCULTURA; PROTOPOLITICA

Todas las sociedades humanas, independientemente de lo primitivas o evolucionadas que sean, están compuestas de cuatro subsistemas principales: parentesco, economía, cultura y política (Bunge, 1979a). Los cuatro se encuentran ya en algunas sociedades prehumanas.

Parece obvio que las sociedades prehumanas tienen un sistema de parentesco, esto es, un entramado social basado en la reproducción. Dos ejemplos evidentes son las sociedades de insectos y las de pájaros. Tampoco existe duda acerca de que algunas sociedades prehumanas tienen un sistema económico, es decir, una red social basada en el trabajo. (En las sociedades de insectos los sistemas de parentesco y económico tienen los mismos miembros.) Respecto a la política, entendida en sentido amplio, como dirección de las actividades sociales, sabemos que en algunas sociedades animales se en-

cuentran bien organizadas la ley y el orden, así como la defensa. Un ejemplo sorprendente es el de las sociedades de macacos japoneses, divididas en cinco clases sociales, cada una de las cuales tiene un rol o función especial, esto es, la pertenencia a una clase social equivale a ocupar un rol dado en la manada. Por ejemplo, el macho alfa es el estratega supremo: los machos sublíderes controlan a la tropa y la defienden de los predadores; las hembras adultas cuidan y protegen a la prole; los jóvenes cuidan de los adultos, y los machos periféricos advierten a la manada de los predadores, combaten con ellos y entrenan y disciplinan a los machos jóvenes (Gray Eaton, 1976).

Aunque es menos conocido, no es menos cierto que algunas sociedades prehumanas tienen una especie de cultura, esto es, un sistema cuyos miembros se ocupan de actividades que son sobre todo mentales, y no biológicas ni productivas ni directivas. Las pautas que siguen esas conductas pueden, además, transmitirse por la comunidad y ser transmitidas a las próximas generaciones; esto es, se constituyen tradiciones, se extienden y se mantienen. Efectúan esa transmisión por medio de la imitación y en ocasiones de la enseñanza, y, por tanto, con ayuda de señales. También los macacos japoneses son ejemplares respecto a esto (Kawai, 1965). Y entre los chimpancés se han encontrado huellas de la formación de una protocultura, con su tradición (Menzel, y otros, 1972). En ambos casos las tradiciones las inician individuos intrépidos que buscan la novedad en lugar de temerla.

Como en las sociedades prehumanas ya encontramos *in nuce* los sistemas económico, cultural y político, caracterizaremos los sistemas correspondientes. Nos bastará con la siguiente caracterización:

DEFINICIÓN 9.10. Sea σ una sociedad animal. Entonces

- 1) la economía de σ es el subsistema de σ cuyos miembros se ocupan de la transformación activa y organizada del medio de σ ;
- 2) la cultura de σ es el subsistema de σ cuyos miembros se ocupan de actividades mentales que controlan (o están controladas por) alguna de las actividades de otros miembros de σ ;
- 3) la política de σ es el subsistema de σ cuyos miembros controlan (o están controlados por) la conducta social de otros miembros de σ .

Los casos extremos son aquellos en los que los tres subsistemas son vacíos, y cuando los miembros de los tres coinciden. Los casos más interesantes son los de las sociedades tripartitas, sobre todo las compuestas de animales absolutamente creativos, esto es, animales capaces de descubrir e inventar determinadas cosas antes que ningún otro animal. Sospechamos que este es el caso de todos los humanos, desde el *Homo erectus*, pasando por el *habilis* y el *sapiens* hasta llegar al *sapiens sapiens*. Es decir, adoptamos el

POSTULADO 9.4. *Una sociedad animal es humana si y sólo si*

- 1) *algunos de sus miembros, o sus ancestros o descendientes, son absolutamente creativos (originales);*
- 2) *está compuesta de una economía, una cultura y una política.*

DEFINICIÓN 9.11. *Un animal es un ser humano si y sólo si es un componente de una sociedad humana o descende de miembros de una de ellas.*

5. HUMANIDAD

Hemos definido la humanidad en términos psicológicos y sociológicos en lugar de hacerlo en términos puramente biológicos. En esto estamos siguiendo la tradición de la antropología y de la prehistoria. Fijémonos en que la cláusula 1) del Postulado 9.4: sugiere que la economía, la cultura y la política son plásticas, no rígidas, tan plásticas en realidad como sean sus miembros. El hombre no se limita a ser un animal económico, cultural y político; el hombre también puede alterar muy rápidamente cualquier aspecto de esta triada sin necesidad de esperar a que se produzcan mutaciones génicas o cataclismos en el medio: *el hombre es el supremo creador y destructor de organizaciones y funciones sociales*. Este asombroso potencial de creación y destrucción que tiene el hombre le caracteriza mucho mejor que cualquiera de las fórmulas habituales, del tipo «El hombre es el más ingenioso (o sexual, adaptable, agresivo, adquisitivo, o lo que se quiera) de todos los monos». Aunque compartimos ancestros comunes con los monos antropoides, no somos monos (Tabla 9.1).

TABLA 9.1

Comparación entre el hombre y el mono (principalmente el chimpancé)

| Rasgo | Mono | Hombre |
|--------------------------|------------------------|----------------------------|
| Receptividad femenina | Durante el celo | Casi siempre |
| Velocidad de crecimiento | Lenta | Muy lenta |
| Caninos en el macho | Grandes | Pequeños |
| Pulgares | Pequeños | Grandes y muy usados |
| Razón cerebro: cuerpo | Grande | Muy grande |
| Plasticidad neural | Mediana | Muy grande |
| Locomoción | Se ayuda con las manos | Bipeda |
| Sonidos | Pocos | Habla (sintaxis) |
| Consumo de comida | <i>In situ</i> | En el campamento o en casa |
| Nicho ecológico | Reducido | Muy grande |
| Capacidad migratoria | Reducida | Muy grande |
| Adaptabilidad | Pequeña | Muy grande |

TABLA 9.1 (Continuación)

| Rasgo | Mono | Hombre |
|-------------------------------|--------------|-------------------------|
| Capacidad de aprendizaje | Mediana | Máxima |
| Especialización | Mediana | Nula |
| Creatividad | Mediana | Máxima |
| Imaginación | Pequeña | Ilimitada |
| Curiosidad | Mediana | Máxima |
| Modelo de la realidad | Superficial | Ilimitadamente profundo |
| Intencionalidad | Mediana | Máxima |
| Previsión | Pequeña | Máxima |
| Autocontrol | Ninguno | Máxima |
| Sensibilidad | Mediana | Máxima |
| Autoconciencia | Confusa | Aguda |
| Maldad, bondad | Ninguna | Muy grande |
| Solidaridad | Pequeña | Muy grande |
| Manufactura de herramientas | Ocasional | Sistemática |
| Trabajo en equipo | Al cazar | En muchas actividades |
| Tamaño de los grupos sociales | Pequeño | Ilimitado |
| Economía | Rudimentaria | Complejidad ilimitada |
| Cultura | Rudimentaria | Riqueza ilimitada |
| Política | Rudimentaria | Complejidad ilimitada |
| Plasticidad social | Pequeña | Máxima |

Cuando elaboramos listas de peculiaridades humanas no debemos olvidar que el hombre no desarrolla ciertos rasgos a no ser en ciertas sociedades. En particular, la racionalidad de la que tanto nos jactamos los hombres aceptada desde Aristóteles como definidora de humanidad no aparece en las sociedades analfabetas, en las que la generalización y la abstracción son prácticamente desconocidas. Por ejemplo, consideremos la siguiente transcripción de un famoso estudio de campo dirigido en Asia Central durante el período de transición al socialismo, esto es, en 1931-32 (Luria, 1976, p. 108).

Sujeto: Abdurakhm, de treinta y siete años, de la remota aldea de Kashgar, analfabeto.

«El algodón sólo puede crecer donde hay calor y sequedad. Inglaterra es fría y húmeda. ¿Puede crecer allí el algodón?»

«Yo sólo he estado en las tierras de Kashgar; no sé fuera de este...»

«Pero sobre la base de lo que te he dicho, ¿puede el algodón crecer allí?»

«Si la tierra es buena, el algodón crecerá allí, pero si es húmeda y pobre, no lo hará. También crecerá si es como la tierra de Kashgar. Si la tierra está suelta, también crecerá, por supuesto.»

Se repite el silogismo. «¿Qué puedes concluir de mis palabras?»

«Si allí hace frío, no crecerá; si la tierra está suelta y es buena, sí lo hará.»

«Pero, ¿qué te sugieren mis palabras?»

«Bueno, nosotros los musulmanes, los de Kashgar, somos gente ignorante; nunca hemos ido a ningún lado, por lo que no sabemos si allí hace frío o calor.»

Este sujeto es típico: los labriegos analfabetos encuentran muy difícil, si no imposible, ir más allá de la práctica inmediata con la que están en contacto. Por el contrario, las personas que han asistido algo a la escuela no tienen dificultad, a pesar de vivir en las mismas aldeas, para efectuar las operaciones lógicas pedidas. «La importancia de la escuela no estriba sólo en la adquisición de conocimiento nuevo, sino en la creación de nuevos motivos y nuevos modos formales de pensamiento verbal discursivo y lógico que esté divorciado de la experiencia práctica inmediata» (Luria, 1976, p. 133). Dicho de otro modo, el aprendizaje puede ser más que un mero «procesamiento y almacenamiento de información»: puede modificar algunas funciones cerebrales hasta el extremo de que puede llegar a transformar a su propietario de un animal casi racional en uno racional. (Ver también, Goody, 1977.)

¿Cuándo comenzó el género humano a pensar racionalmente en términos generales y abstractos? Quizás hace tan poco como dos mil quinientos años, esto es, en el último cuarenta-avo de historia del *Homo sapiens*. ¿Y cuánto tiempo más podremos disfrutar de este privilegio adquirido? No mucho si seguimos negándonos a aplicarlo para solucionar los problemas apocalípticos en nuestro mundo: el exceso de población, de armas y de poder, y la escasez de energía, alimentos y cooperación.

6. CONCLUSION

El hombre es único, pero no está unívocamente caracterizado por ningún rasgo biológico, psicológico o social. Lo que hace que el hombre sea humano es un *sistema funcional* completo de propiedades biológicas, psicológicas y sociales que no podemos comprender independientemente unas de otras (cf. Tabla 9.1). Este sistema funcional único asegura la evolución continua en el campo social (esto es, evolución económica, cultural y política), evolución que a veces es rápida, pero que siempre es en gran medida autocontrolada. Un cerebro inteligente controla las manos hábiles que modifican el medio natural, y también controla una lengua inteligente que, al actuar sobre otros cerebros, puede modificar el medio social. A su vez esas circunstancias sociales y naturales cambiantes contribuyen a moldear nuevos individuos capaces de efectuar cambios posteriores en los medios natural y social.

La socialidad humana ha llegado a ser única siquiera sea por su

variabilidad. Sin embargo, tiene raíces genéticas, fisiológicas y ecológicas bastante firmes: la familia es necesaria para la crianza de los niños indefensos, y la comunidad es necesaria para la subsistencia y la defensa. Y del mismo modo que la familia se mantiene unida por el cuidado a los jóvenes, la sociedad se conserva unida porque comparte sus recursos y la participación en las actividades sociales. Hasta la comunicación y la política —entendida en su sentido general de administradora de la sociedad— son antes que nada medios que regulan la cooperación. En particular sirven para mantener la competencia dentro de ciertos límites, impidiendo que no llegue a terminar con la sociedad. Por consiguiente, subrayar el conflicto —en particular la agresión individual y la guerra— a expensas de la cooperación es abandonar todas las esperanzas de comprender las verdaderas causas de la emergencia y continuidad de la sociedad. Las comunidades desaparecen a causa de conflictos agudos, sean internos, con otras sociedades o con la naturaleza.

Seguramente existen conflictos en todas las sociedades y en todos los sociosistemas de animales no estereotipados. A veces el conflicto tiene como origen la limitación de los recursos, otras veces la diversidad de objetivos perseguidos por los diversos miembros. Pero el resultado del conflicto no tiene por qué ser la destrucción. Todas las sociedades exitosas tienen —por definición— mecanismos de control y de equilibrio que evitan la resolución de los conflictos por medio del combate, esto es, poseen mecanismos capaces de preservar la totalidad de la sociedad, aunque no necesariamente todas sus propiedades. La guerra es el estigma de las sociedades imperfectas. La buena sociedad será aquella en la que la cooperación (compartimiento y participación) es máxima, y premie la benevolencia, honradez, responsabilidad, laboriosidad y creatividad (Fig. 9.1).

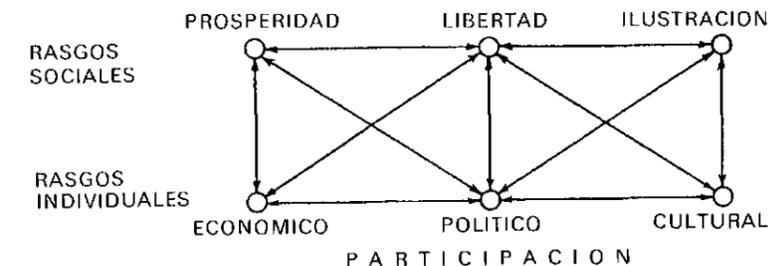


FIGURA 9.1. La buena sociedad se basará en la compartición de las tareas y bienes económicos, políticos y culturales y en el reparto de los beneficios. Si sustituimos la participación por la codicia o el exclusivismo nos encontraremos con las consecuencias sociales correspondientes: miseria, opresión e ignorancia —la marca de la mala sociedad—. Observemos que los rasgos psicológicos se manifiestan como sociales, y que del mismo modo estos últimos favorecen o inhiben los primeros.

CAPITULO 10

CONCLUSION:
HACIA LA COMPRESION DE LA MENTE

I. TIPOS DE EXPLICACION PSICOLOGICA

La psicología explica la conducta y la mentación, y lo hace en términos científicos, esto es, en términos de leyes y datos. El objeto de una explicación puede ser una propiedad, un hecho o una generalización. Dar una explicación científica de una propiedad es igualar el concepto («variable») correspondiente a otro concepto, normalmente uno complejo. (Por ejemplo, igualar determinado estado mental con la actividad de determinado sistema neural es explicar el primero, un ítem psicológico, en términos de éste, que es neurofisiológico.) Dar una explicación científica de un hecho es deducir la proposición (o fórmula) que representa el hecho de un conjunto de enunciados legales y de un conjunto de datos que pueden introducirse en esas leyes. Proponer una explicación científica de una generalización es deducirla de generalizaciones de alcance más amplio unidas a supuestos subsidiarios y datos. En los tres casos la clave de la explicación es algún enunciado legal o algún conjunto de ellos. En el caso más sencillo, la explicación de una propiedad, sólo se requiere una premisa, el propio enunciado legal. En los otros dos casos entre las premisas de un argumento deductivo hay al menos un enunciado legal.

Las leyes que se utilizan en la explicación de la conducta y de la mentación pueden incluir conceptos biológicos (por ejemplo, neurofisiológicos), psicológicos (en particular psicosociológicos) o conceptos de los dos tipos. La psicología mentalista tradicional y el conductismo rechazan cualquier intento de conectar conceptos de ambos tipos. La psicobiología, en particular la psicología fisiológica, intenta relacionar los dos conjuntos de conceptos, y para ello iguala determinados ítems psicológicos a otros biológicos, y deduce los hechos psicológicos y las generalizaciones de los biológicos. En particular, la psicobiología trata de averiguar, en la psicología del estímulo-respuesta, cómo se establece la conexión entre uno y otra, utilizando para la explicación mecanismos neurales. (Ejemplo: las explicaciones psicobiológicas de la conducta de huida y de habitua-

ción en los invertebrados.) Pero la explicación de las generalizaciones estímulo-respuesta es la menor de las preocupaciones de los psicobiólogos: su ambición principal es explicar la experiencia subjetiva, y no hacerlo en términos míticos, sino en términos de leyes del sistema nervioso central.

Ahora bien, al contrario de lo que ocurre con las generalizaciones del conocimiento ordinario, suponemos que las leyes científicas pertenecen a teorías, esto es, a sistemas de proposiciones organizados lógicamente. Además, aunque las leyes científicas son conjeturales, también suponemos que tienen una base empírica sólida en las observaciones, mediciones y experimentos. Por último, también suponemos que son compatibles con las leyes de campos ajenos. En resumen, los enunciados legales son sistemáticos, bien corroborados y se encuentran en armonía con el resto de la ciencia (ver Bunge, 1967, vol. I).

Lamentablemente, en psicología no existen más que unas pocas teorías bien construidas y bien corroboradas. Las que están construidas correctamente y contrastadas satisfactoriamente son frecuentemente superficiales: difícilmente llegan al sistema nervioso; y las que son profundas frecuentemente están poco desarrolladas: en particular, en pocas ocasiones son matemáticas. Necesitamos muchas más teorías psicológicas, y que sean mejores, si pretendemos conseguir una mejor comprensión de la conducta y de la mentación. Y como todos los esfuerzos tendentes a la construcción de teorías están estimulados o inhibidos por alguna filosofía, debiéramos ocuparnos de las filosofías de la mente que subyacen a las diversas teorías psicológicas: recordar la tabla 1.1 del Cap. 1, Sec. 1. La tabla 10.1 muestra los tipos de explicación sugeridos por las diversas filosofías de la mente.

Las diferencias existentes entre los diversos tipos de explicación quedan mucho más remarcadas cuando nos ocupamos de la experiencia subjetiva, puesto que muchos dualistas prefieren dejar la conducta en manos de la fisiología. (Se equivocan, puesto que lo que es típico de la conducta de los primates no se puede explicar sin la ayuda de categorías psicológicas, como pueden ser las de propósito y creatividad. Otra cuestión distinta es que estos atributos sean explicables, a su vez, en términos neurofisiológicos.)

La principal divergencia existente en la explicación de la mentación es la existente entre las diversas escuelas materialistas, por un lado, y por el otro las mentalistas. Incluimos bajo el término «mentalismo» todas las filosofías de la mente que postulan que la mente es una entidad independiente. Por tanto el mentalismo no se reduce a las diversas versiones del dualismo: también es mentalista el monismo idealista o #1 de la Tabla 10.1. La diferencia se reduce a lo siguiente: el mentalismo tiene explicaciones (sencillas) para todo lo mental que sólo requieren términos mentales, mientras que el materialismo intenta dar explicaciones de lo mental (habitua-

TABLA 10.1
Diez tipos de explicación de la conducta y de la «mentación».

| | Filosofía de la mente | Explicación de la conducta | Explicación de la mentación |
|-----|---|--|--|
| #1 | Idealismo, pansiquismo, fenomenismo | Manifestación de las obras de un espíritu (individual o universal). No necesita leyes | Actividad autónoma y espontánea de la mente, explicable por medio de leyes que sólo utilizan predicados mentalistas |
| #2 | Monismo neutral, concepción del doble aspecto | La conducta y la mentación son manifestaciones de las obras de un ser que no es material ni mental, que es explicable con un conjunto único de leyes junto con dos proyecciones o traducciones (la conductual y la mental) | |
| #3 | Materialismo eliminativo, conductismo | Resultado de estímulos. Por tanto la podemos describir con leyes del tipo estímulo-respuesta (sin que intervenga el SNC.) | La mentación no existe, por tanto no tiene que ser explicada |
| #4 | Materialismo reductivo | Resultado motor de los procesos físicos del SNC. Por tanto se puede explicar en términos físicos | Actividad física del SNC |
| #5 | Materialismo emergentista | Resultado motor de procesos biológicos del SNC, por tanto se puede explicar con la ayuda de leyes biológicas, algunas de las cuales contendrán predicados nuevos | Actividad biológica de los subsistemas plásticos del SNC, por tanto, explicable con la ayuda de leyes biológicas que contengan predicados nuevos |
| 1/1 | Independencia mutua de mente y cerebro | Los procesos biológicos se pueden explicar en términos puramente fisiológicos más posibles términos teológicos | Los procesos mentales se pueden explicar en términos puramente mentalistas más posibles términos teológicos |
| 1/2 | Paralelismo psicofísico, armonía preestablecida | | |
| 1/3 | Epifenomenismo. | Resultado motor de procesos del SNC | Efecto no motor de la actividad del SNC |
| 1/4 | Animismo | Resultado motor de los procesos mentales (por ejemplo, de las tendencias y deseos) | Inexplicable excepto, posiblemente, en términos sobrenaturales |
| 1/5 | Interaccionismo | Bajo control dual del cuerpo y de la mente. Sólo se puede explicar parcialmente | Autónoma, aunque está influida por los procesos corporales. Inexplicable para la ciencia |

mente bastante complejas) en términos de procesos cerebrales y en ocasiones también de circunstancias sociales. Para apreciar mejor estas diferencias hemos tomado casi al azar una muestra de problemas psicológicos y de las soluciones que a ellos ofrecen el mentalismo y la psicobiología (Tabla 10.2).

Observemos que las explicaciones psicobiológicas no niegan la existencia de problemas psicológicos, esto es, no eliminan todas las categorías psicológicas, sino sólo aquellas carentes de raíces neurofisiológicas. La reducción que efectúan de la psicología a la neurofisiología no incluye la negación de lo mental, y es, además, sólo una reducción parcial. (Recordar Cap. 3, Sec. 6.) Dado el enorme impacto que el medio social tiene sobre la ideación y la conducta, la explicación de ésta exige frecuentemente la cooperación con la ciencia social. Esto vale sobre todo para los denominados desórdenes psicossomáticos, por ejemplo, algunas úlceras duodenales. En este caso la conducta social de otros individuos actúa sobre el cerebro del sujeto, que, a su vez, actúa sobre su estómago. (En cambio, según el animismo, por ejemplo, el psicoanálisis, otras mentes actúan directamente sobre la mente del sujeto, que, a su vez, actúa sobre su cuerpo.) En estos casos no se ignorará el nivel social, que es lo que hace cualquier buen reduccionista.

Hemos defendido la reducción de la psicología a la neurofisiología, pero también hemos advertido que esa reducción sólo puede ser parcial o débil, y ésto es así por dos razones. Una razón es que la psicología contiene determinados conceptos y enunciados que no aparecen en la neurociencia al uso. En consecuencia, ha de enriquecerse la neurociencia con algunos de esos constructos si es que ha de servir para el conocimiento de las regularidades psicológicas y, *a fortiori*, de las nuevas que podremos querer conocer. La segunda razón de la irreducibilidad incompleta de la psicología a la neurofisiología es que la neurociencia no utiliza variables sociológicas, que son esenciales para explicar la conducta y la mentación de los vertebrados sociales superiores. Estas razones hacen que el esfuerzo reduccionista tenga que ser suplementado por uno integrativo. Me explicaré.

La conducta y la mentación son actividades de sistemas que atraviesan diversos niveles de lo real (no sólo de lo cognitivo), niveles que van desde el físico hasta el social. Por tanto, ninguna ciencia que se ocupe de un solo nivel las explicará. Siempre que el objeto de estudio es un sistema con múltiples niveles, lo único promisorio es un enfoque multidisciplinar —un enfoque que cubra todos los niveles que intervienen. En estos casos la obstinación en el reduccionismo está condenada al fracaso puesto que insiste *ab initio* en procedimientos que no pueden ser puestos en práctica por falta de hipótesis acerca de las relaciones entre niveles. (Hay que tener en cuenta que no ha sido posible escribir, y mucho menos resolver, la

TABLA 10.2.
Soluciones hipotéticas y esquemáticas de algunas propiedades, sucesos y procesos en el hombre. Dos concepciones rivales: el mentalismo y la psicobiología.

| <i>Problema</i> | <i>Explicación mentalista</i> | <i>Explicación psicobiológica</i> |
|--|--|--|
| ¿Qué es el aprendizaje? | Enriquecimiento de la mente | Formación y refuerzo de conexiones sinápticas. |
| ¿Qué es la visión? | Un proceso mental desencadenado por <i>inputs</i> sensoriales visuales | Una actividad del sistema visual que involucra las áreas corticales del lóbulo occipital |
| ¿Qué es la magnitud experimentada (sentida o juzgada) del estímulo? | La evaluación que efectúa la mente del estímulo | La frecuencia de excitación del sistema neural correspondiente (incluyendo las áreas sensoriales del córtex cerebral) |
| ¿Qué es el pensamiento? | La actividad superior de la mente | La actividad de determinados sistemas neurales plásticos |
| ¿Qué es la autoconciencia? | La mirada interna | El control que efectúan determinados sistemas neurales plásticos de la actividad de otros sistemas neurales |
| ¿Qué es un impulso? | Una tendencia mental | Un desequilibrio fisiológico |
| ¿Qué son los sueños? | Procesos de una parte de la mente | Pensamientos rudimentarios principalmente pirotóricos (un tipo de procesos cerebrales) |
| ¿Qué es la iniciativa? | Movimientos espontáneos de la mente | Procesos autodesencadenados del cerebro anterior |
| ¿Por qué está contento Z? | Porque su mente se encuentra en un estado de felicidad | Porque su cerebro está lleno de aminas biogénicas |
| ¿Por qué le duele? | No lo explica | Porque se cortó y los nervios afectados activaron su tallo cerebral |
| ¿Por qué es tan difícil expresar las emociones con palabras? | No lo explica | Porque la emoción es una actividad del hemisferio derecho, que es mudo |
| ¿Por qué la sexualidad humana es poco sensible a los niveles de hormonas en la sangre? | Porque es una actividad más psicológica que biológica | Porque la estimulación sexual y el placer son actividades del hipotálamo que está más influido por el córtex cerebral que por las glándulas endocrinas |

TABLA 10.2. (continuación)

| <i>Problema</i> | <i>Explicación mentalista</i> | <i>Explicación psicobiológica</i> |
|--|---|--|
| ¿Por qué los niños sobreprotegidos son, al crecer, adultos desamparados? | Porque sus mentes no están preparadas para enfrentarse a los problemas. | Porque tienen la glándula suprarrenal sin desarrollar, por lo que tienen menor motivación para enfrentarse a los obstáculos. |
| ¿Por qué podemos encontrarnos en estados conscientes? | Porque estamos dotados con una mente, parte de la cual es la Conciencia. | Porque nuestros ancestros desarrollaron sistemas neurales capaces de estar en estados conscientes, que poseen valor para la supervivencia. |
| ¿Por qué a veces tenemos alucinaciones? | O porque nuestra mente utiliza información errónea o porque está enferma | Porque resultan activados sistemas neurales inadecuados o porque el tejido nervioso está dañado (por ejemplo, puede haber exceso o defecto de algún neurotransmisor). |
| ¿Cómo se efectúa el movimiento voluntario? | Lo causa la mente, que ordena al cuerpo que se mueva. | Un sistema neural del cerebro anterior (el «asiento» de la voluntad) activa un sistema neural motor del córtex precentral. |
| ¿Cómo se recobrará Z de su depresión? | No lo explica. | Dando a Z una droga antidepresiva que impida la descomposición de norepinefrina. |
| ¿Por qué se humanizaron nuestros ancestros remotos? | Porque les dieron un alma. | Porque algunos de ellos estaban dotados con áreas asociativas excepcionalmente extensas y plásticas, que los capacitaban para elaborar ideas nuevas y para crear cosas y modos de vida nuevos. |
| ¿Cómo se desarrolló el tabú del incesto? | Por gracia divina o por decreto de un sabio dirigente que influye sobre los principios morales. | La exogamia favorece la cooperación con otras bandas o tribus, y con ello el intercambio y la paz. |
| ¿Cómo explicar los fantasmas, la telepatía, etc.? | En términos de mentes inmateriales e incorpóreas, y similares. | No explicamos lo no existente, pero estamos dispuestos a explicar la creencia en ello. |

ecuación de Schrödinger para una biomolécula, ni siquiera para una neurona, ni, mucho menos, para un sistema neuronal.) Presionar para que en estos casos se efectúe una reducción es quijotesco: no es una estrategia promisorio de investigación. La única que en estos casos puede alcanzar el éxito es una estrategia oportunista (*catch-as-catch-can*) sugerida por el sistemismo y por una concepción del mundo como compuesto de múltiples niveles, pues sería la que integrara los enfoques físico, químico, biológico y sociológico, y la que construyera puentes entre estos diversos enfoques (ver Bunge, 1980a).

Por último, ¿qué tenemos que decir de la explicación teleológica? Algunos filósofos, como Taylor (1964) y von Wright (1971), han sostenido que la psicología necesita, a diferencia de las demás ciencias, explicaciones teleológicas, como cuando decimos que tal y cual hizo esto porque quería alcanzar este objetivo. Seguramente la psicología de los vertebrados superiores debe tener en cuenta los objetivos. Sin embargo, *a)* podemos explicar científicamente la conducta tendente a objetivos, y *b)* podemos considerar que esta explicación es un caso especial de explicación causal mucho más que un caso de comprensión empática (*Verstehen*). Me explico.

Desde luego que arrastran al que las explicaciones teleológicas no son causales si atribuimos a los objetivos eficacia causal, esto es, si los concebimos como situaciones futuras presentes. Pero esto no es sólo teleología: también es no ciencia. Los objetivos no pueden tener eficacia causal, pero si pueden tenerla sus *representaciones cerebrales* —esto es, ciertos estados de expectativa—. Podemos incluir estas representaciones normales (imágenes o pensamientos, en particular, planes) entre los factores causales que conducen a una conducta que está dirigida a conseguirlos, porque son sucesos cerebrales, y todo suceso tiene algún efecto. El esquema no es «Tal respuesta porque tal causa», ni «Tal respuesta porque tal objetivo». En el primer caso se olvida el objetivo y en el segundo la causa, el esquema correcto es «Tal respuesta porque tal causa —incluyendo la representación cerebral del objetivo». Resumiendo, aunque los pensamientos *son* peculiares a algunas conductas de vertebrados, no exigen explicaciones teleológicas. Además, no existen explicaciones teleológicas sino, en su lugar, explicaciones de intenciones (que no se hacen en sus propios términos). Y estas explicaciones pueden ser —mejor: deberían ser— explicaciones científicas.

2. LA AMENAZA DEL DUALISMO Y LA PROMESA DEL MONISMO

El movimiento es un cambio de lugar de alguna cosa concreta —cuerpo, campo o lo que sea. No hay movimiento sin cosas que

se muevan, y las cosas no son la «base» o «substrato» del movimiento, ni «median» en el movimiento ni son «responsables» de él. Las cosas sólo se mueven. Igual ocurre con las reacciones químicas: no hay reacción química sin reactivos y productos que reaccionan; tampoco hay metabolismos sin sistemas que metabolizan ni cambio social fuera de las comunidades que cambian. Los estados que aparecen en todas las ciencias son estados *de* entidades concretas (materiales), y los sucesos son cambios de estado *de* entidades concretas. Pero existe una excepción escandalosa.

La excepción es, cómo no, la psicología mentalista y la psiquiatría: en éstas es en las únicas que se permite (junto con las filosofías idealistas de la mente) hablar de mentación dejando de lado al cerebro, más aún: animados por una filosofía precientífica de la mente. Esta separación entre la mente y lo que efectúa la mentación —entre función y órgano— ha mantenido a la psicología, a la psiquiatría y a la filosofía de la mente ajenas a la biología (sobre todo a la neurociencia y a la teoría de la evolución), y ha impedido una utilización completa del enfoque científico al enfrentarse con el problema mente-cerebro. (En particular, «El estudio de la evolución mental ha estado dificultado por un dualismo metafísico [mente-cerebro]» (Lashley, 1949).) No es que lo mental se encuentre fuera del alcance de la ciencia, lo que ocurre es que en raras ocasiones se ha enfrentado lo mental científicamente. En particular, el dualismo psicofísico no es una hipótesis científica posible de lo mental, sino un mito acientífico que sólo se puede sostener por razones ideológicas.

Nuestro rechazo del dualismo psicofísico no nos fuerza a adoptar el materialismo eliminativo o vulgar en cualquiera de sus versiones —esto es, no nos fuerza a aceptar la tesis de que la mente y el cerebro son idénticos, que no hay mente, o que las capacidades de percibir, imaginar, e incluso la de razonar, son inherentes a todos los animales (e incluso en todas las cosas). (Esta última versión es imposible distinguirla del pansiquismo o animismo primitivo.) La psicobiología no sugiere solamente el monismo psiconeural, también sugiere el emergentismo, esto es, la tesis de que la mentalidad es una propiedad emergente que sólo poseen los animales dotados de un sistema nervioso extremadamente complejo y plástico. Esta capacidad confiere a sus poseedores tales ventajas adaptativas, y tan decisivas, y se encuentra relacionada con otras propiedades y leyes (fisiológicas, psicológicas y sociales), que estamos justificados para afirmar que los organismos que la poseen constituyen, por sí solos, un nivel, el de los psicosisistemas. Pero esto no es lo mismo que decir que las mentes constituyan por sí mismas un nivel, y esto por la sencilla razón de que no existen mentes sin cuerpo (y mucho menos mentes corporales); lo que existen son cerebros que mentan o mejor, animales mentantes. Resumiendo, las mentes no constituyen un nivel

supraorgánico porque no constituyen para nada un nivel. Pero los psicosisistemas sí que lo hacen.

Podemos explicar la misma idea con otras palabras: podemos sostener que lo mental es emergente con respecto a lo meramente físico sin necesidad de hipostasias lo primero. Esto es, podemos sostener que la mente no es una cosa compuesta de cosas de niveles inferiores —ni siquiera una cosa que no está compuesta de ninguna otra cosa— sino que se trata de una colección de funciones o actividades de determinados sistemas neurales, funciones o actividades que presumiblemente no poseen sus neuronas individuales. (El cerebro del primate y algunos de sus subsistemas pueden mentar, esto es, encontrarse en estados mentales, pero la mente no puede ni siquiera mentar sus propios asuntos porque no tiene más existencia independiente de la que tiene la masa sin cuerpo o la historia independiente de la gente. Sólo el cerebro que funciona —controlando y mentando— puede mentar sus propios asuntos o, mejor, los de la totalidad del animal.) Por esto el materialismo emergentista (o sistémico) —a diferencia del materialismo eliminativo— parece ser compatible con el pluralismo dinámico, la concepción del mundo que afirma la variedad cualitativa y la mutabilidad de la realidad (ver Bunge, 1977a) y su estructura en niveles (ver Bunge, 1979a).

El materialismo emergentista (o sistémico) que hemos adoptado no deja ya resuelto el problema mente-cerebro. No lo ha hecho y no lo hará porque el materialismo emergentista es una filosofía que sólo proporciona un andamiaje para la investigación científica detallada de los principales problemas que descuidadamente colocamos bajo la rúbrica «problema mente-cerebro». Quienes deben atacar este problema son los neurocientíficos, los psicólogos y los neurólogos, y lo deben atacar como científicos, no como filósofos aficionados ni como teólogos.

Sin embargo, los filósofos están muy lejos de comportarse como espectadores que no toman partido en la investigación científica del problema mente-cerebro. (Lo cual a nadie debe sorprender puesto que se trata de un problema tanto científico como filosófico.) La filosofía idealista de la mente ha bloqueado durante siglos un enfoque científico de este problema porque negaba que la investigación del cerebro pudiera ayudar a resolver el «misterio» de la mente. El materialismo emergentista, por el contrario, contribuye a la investigación del problema porque *a)* disipa la confusión, *b)* denuncia los mitos, y *c)* sugiere que todos los problemas que tradicionalmente han sido etiquetados como «mentales» los concebimos como problemas referentes a las funciones cerebrales de los animales que viven en medios naturales y posiblemente también sociales. Seguramente el materialismo emergentista es excesivamente nuevo en la filosofía de la mente como para ser algo más que una fe o un

programa, pero se trata de una fe razonable y no de un dogma sin ninguna base, y es un programa prometedor y no un truco para desanimar la investigación.

En realidad, el materialismo emergentista ha tenido bastante éxito, como demuestra la rapidez de los avances de la neurofisiología, psicoquímica, psicofarmacología, neurología y psicología fisiológica en las dos últimas décadas — todos ellos inspirados por la tesis de que la percepción, la emoción y la mentación son funciones cerebrales, y sus desórdenes disfunciones cerebrales. La mayor parte de los investigadores no dan crédito a ninguna filosofía de la mente, sea porque no son conscientes de la deuda que con ellas tienen, sea porque no está bien que le vean a uno acompañado de una señora de mala reputación. Pero los filósofos de la ciencia no se equivocan al señalar el papel heurístico que el materialismo emergentista ha jugado en los recientes avances de las ciencias del cerebro antes mencionadas, así como en la tendencia hacia su unificación (Fig. 10.1).

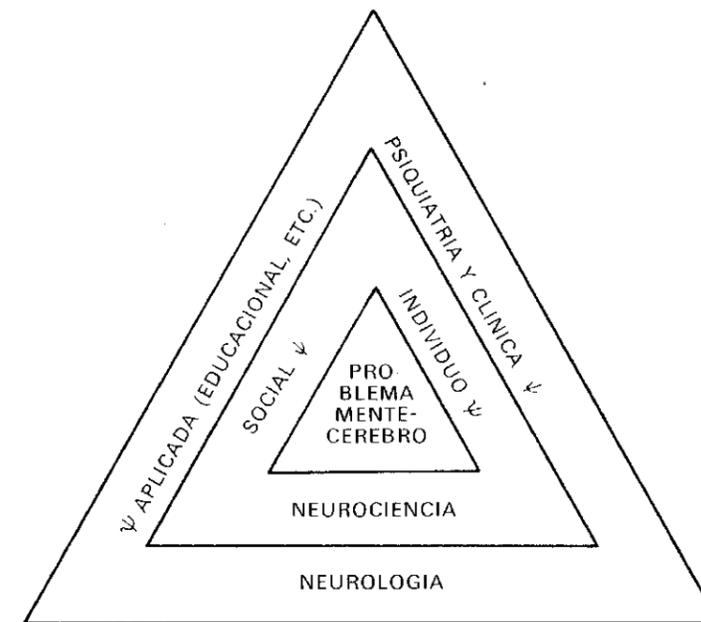


FIGURA 10.1. Las ciencias que se encuentran imbricadas en el problema mente-cerebro, a la vez un problema científico y filosófico. La neurociencia, la base de todas ellas, está compuesta por la neuroanatomía y la neurofisiología, y por sus tributarias, la neurobiofísica y la neuroquímica.

Además, el materialismo emergentista es la única filosofía que disfruta del apoyo de todas las ciencias, no ha sido elaborado *ad hoc* para el problema mente-cerebro, no promueve un reduccionismo quijotesco y defiende la neurociencia y la psicología de la obstrucción a que las someten las filosofías y las ideologías obsoletas y estériles. Al actuar así está defendiendo la libertad y la creatividad del hombre, que no es ni una máquina a la que hay que programar ni un pichón que podemos condicionar a voluntad, sino que se trata del único animal absolutamente creativo, el único capaz de crear la ciencia de lo mental y de dar forma a su propia vida para bien o para mal-- a la luz de su conocimiento y de sus preocupaciones.

EPILOGO

UN ENFOQUE CONDUCTUAL

POR DONALD O. HEBB

Estoy básicamente de acuerdo con las conclusiones del profesor Bunge sobre la naturaleza de la mente. Pero, así y todo, puedo aventurarme a sugerir algunas modificaciones al modo como él concibe la contribución de la ciencia de la conducta. La psicología puede ser, desde el punto de vista de la ciencia, más sofisticada y gozar de mejor salud de lo que aquí parece (y, también, en muchas discusiones filosóficas sobre este campo).

Yo soy, igual que Bunge, un monista psiconeural. Su tratamiento del problema mente-cerebro me parece estimulante y clarificador, pero él y yo hemos llegado a idénticas conclusiones desde direcciones diferentes, por lo que me parece interesante ocuparnos de saber qué le parece la situación a alguien que sitúe sus bases en la ciencia física, y no en la biológica. Es obvio que al monista le ha de ser posible, en último extremo, averiguar que los mecanismos de pensamiento y conciencia de las actividades del cerebro se pueden formular en términos neurológicos. Y que ésta es una tarea fundamentalmente psicológica. ¿Cómo puede progresar la psicología con esta tarea? Para Bunge la respuesta es clara: la psicología no lo está haciendo demasiado bien. Parece que el «Conductismo» es un error desmesurado: la mente y la conciencia habian, sin duda, sido perdidas para la psicología en los tiempos modernos, hasta que recientemente las redescubrieron; y la teoría era, y es, poco efectiva, porque no es matemática en su forma ni neurológica en su sustancia. ¿Qué puede replicar un psicólogo a una evaluación tan negativa?

Comenzaremos por el Conductismo, echando una ojeada a su historia. John B. Watson fundó, en 1913, el conductismo, y para entender esto es absolutamente esencial fijarse en que él hizo dos cosas, no una. Su contribución principal fue una reorientación fundamental del método psicológico. Un intento subsidiario, distinto desde el punto de vista lógico, fue idear una teoría compatible con el nuevo método. Esta teoría es la que provoca la confusión, única cosa por la que parece que Watson continúa siendo conocido hoy día. Que esta teoría se haya transformado eventualmente en insatis-

factoria no nos debe hacer olvidar que Watson consiguió por sí mismo transformar la psicología en una ciencia biológica objetiva, negando la validez de la introspección y mostrando, como ejemplo, el modo de enfrentarse, en su lugar, con la conducta. K. S. Lashley invirtió la mayor parte de su tiempo en refutar la teoría de la conducta de Watson, y sin embargo afirmó que toda la psicología moderna se encuentra en una profunda deuda con Watson en lo que se refiere al método fundamental.

Finalmente la Teoría fue rechazada, pero no con facilidad porque demostró ser mucho más fuerte, desde el punto de vista lógico, de lo que se podría haber pensado. Ni su negación de la mente y de los procesos mentales, ni su afirmación de que todos son ilusorios, eran una negación obvia de la verdad revelada. La mente y la mentación no son datos primarios, fenómenos dados inmediatamente. C. S. Peirce fue el primero en observar que se trata de datos conocidos no directamente, sino por inferencia. Por tanto, se trata de cosas teóricas o eventos [sucesos, acontecimientos]. Además, y debido a esto, no tenía sentido proponer una teoría alternativa, y si tenemos en cuenta que la neurología de aquel momento consideraba, casi con unanimidad, que el cerebro era un trasmisor que utilizaba caminos fijos para llevar la información a los músculos y las glándulas, y que no tenía actividad interna independiente que pudiera constituir pensamiento, nos podemos dar cuenta que Watson tenía buenas razones para proponer una teoría de la conducta basada exclusivamente en el estímulo-respuesta. La teoría estaba equivocada, pero al mostrar que lo estaba aumentó enormemente nuestra comprensión de la mente y de los procesos mentales.

Yo me considero un conductista, habiendo sido convencido sobre todo por George Humphrey (*Thinking*, [Pensamiento] 1951) de que el conocimiento introspectivo es, a lo sumo, ilusorio, y yo recalco que hay conductistas y conductistas. Estoy orgulloso de alinearme junto con Lashley y E. C. Tolman, los cuales se llaman a sí mismos conductistas y combaten el conductismo en sentido estricto. Los términos «mente» y «conciencia» casi desaparecen de la psicología durante veinte o treinta años en los últimos tiempos debido a sus connotaciones dualistas; pero la concepción correspondiente de procesos cognitivos controlados permaneció vigorosamente activa. El propio Lashley estaba dispuesto a utilizar los términos, pero otros prefirieron hablar de «variables intervinientes», «respuestas sustitutas» o «procesos mediadores». El problema no desapareció. Durante los años treinta y cuarenta se desarrolló la controversia «continuidad-no continuidad» entre los que, siguiendo todavía a Watson, negaban que la comprensión y el pensamiento jugaran un papel en el aprendizaje del animal (teoría de la continuidad), y los que afirmaban que sí lo jugaban, que estaban encabezados por Tolman y Lashley. El problema era si la actividad cog-

nitiva podría afectar a la forma de la curva de aprendizaje (Teoría de la discontinuidad). El debate finalizó con un artículo de Paul Mechl y Kenneth MacCorquodale, de 1951, una demostración pacificadora de que la expectativa (una variable mental) no era en realidad incompatible con la posición neowatsoniana de C. L. Hull.

Durante este periodo los neowatsonianos eran una minoría poco extendida, pero muy activa. Sus concepciones se extendieron enormemente. Las de la mayoría eran menos excitantes, pero lo importante era que la mente, el pensamiento y la conciencia se encontraban presentes en el pensamiento de muchos psicólogos durante este periodo, pero estaba de *incógnito*.

El rápido desarrollo que el conocimiento psicológico tuvo en los años cincuenta no fue debido a que los psicólogos cambiaran sus «presupuestos ontológicos referentes a lo mental», sino a que obtuvieron nuevos datos y adoptaron técnicas nuevas. Mi libro *The Organization of Behavior* [La organización de la conducta], puso algunos de éstos a disposición de los psicólogos en 1949; por ejemplo, el de Adrian referente a la excitación espontánea de células neurales y el de Lorente de Nó sobre circuitos cerrados del cerebro y la importancia de la suma de sinapsis. Estos eran desarrollos que se habían producido en los años treinta, pero, debido a la guerra, sólo llegaron a nosotros a finales de los cuarenta, cuando la nueva tecnología electrónica ya estaba a disposición de los experimentadores. Una vez más el desarrollo de las ciencias biológicas dependió del desarrollo previo de la ciencia física.

Respecto a la idea de que la teoría psicológica sería mejor si fuera más neurológica y más matemática, yo mismo soy bastante escéptico. Pienso que las formaciones no neurológicas tipo «caja negra» deben poderse traducir en términos neurológicos si es que la conciencia y el pensamiento son, como yo pienso, estados o actividades del cerebro; en el estado actual del conocimiento pienso que las teorías tipo «caja negra» pueden ser en ocasiones el modo más efectivo de realizar progresos. Cuando Tolman propuso hace treinta años la idea de lo que llamaba mapa cognitivo, contribuyó significativamente a nuestra comprensión de la inteligencia animal —en un momento en el que, simplemente, no había manera de apelar a mecanismos neurológicos. John O'Keefe y Lynn Nadel, en *The Hippocampus as a Cognitive Map* [El hipocampo como mapa cognitivo] (Oxford University Press, 1978) utilizan, ahora, las relaciones conductistas incorporadas en la idea teórica de Tolman para establecer las bases neurológicas de su idea. Su existencia, aunque sea en una formulación tipo caja negra, facilita sin ninguna duda la investigación neurofisiológica. Existen más ejemplos. A lo largo de este libro repetidamente nos encontramos con ejemplos de formulaciones que precedieron históricamente a sus traducciones en conocimiento específicamente neurológico. La formulación matemática es una abs-

tracción que casi necesariamente debe funcionar de este modo. La psicología no ha carecido de cuantificación para sus variables de conducta, esto es, no ha carecido de cuantificación con respecto a los datos; pero la teoría ha sido otra cosa.

Mi argumento es, en resumen, que la psicología no está en el mal camino y que la teoría de las asambleas celulares —por ejemplo en *Theory of Intelligent Behavior* [Teoría de la conducta inteligente], de Dalbir Bindra — está consiguiendo un poder explicativo considerable. Se trata de una teoría basada en la neurología, pero no de una teoría matemática, y yo diría que esta es la línea que han de tomar desarrollos posteriores. Lo que no quita para que esté impresionado por la efectividad del estilo proposicional más formal adoptado en este libro, como también lo estoy por el de Alwyn C. Scott, *Neurophysics* [Neurofísica] (Wiley, 1977). ¡Hay más de un camino que conduzca a la salvación! Los dualistas e interaccionistas no la podrán alcanzar: como afirma el profesor Bunge, eliminan el problema esencial del campo del método científico. Pero dentro del universo de pensamiento monista el matematizador y el no matematizador pueden apoyarse uno en el otro, y hasta las teorías tipo caja negra tienen un papel efectivo que jugar.

GLOSARIO DE TERMINOS TECNICOS

- COMPOSICIÓN DE UN SISTEMA.** La composición de un sistema σ es el conjunto $\mathcal{C}(\sigma)$ de sus partes. La composición- A de σ es el conjunto formado por las partes de σ que son del tipo A , esto es $\mathcal{C}(\sigma) \cap A$. Por ejemplo, la composición celular del sistema nervioso es el conjunto de sus neuronas y neuroglías.
- CONCEPTO.** En filosofía, el constructo unidad, o el componente indescomponible de una proposición. *Ejemplos:* conjuntos, relaciones, funciones (en concreto los predicados). En psicología, todo lo que es concebido y no sólo percibido.
- DEFINICIÓN.** Identificación de dos conceptos. *Ejemplos:* «2 es el sucesor de 1», «Un sistema neural es plástico si su conectividad varía con el tiempo».
- EMERGENCIA.** Aparición de una nueva cualidad o de una cosa que posee rasgos cualitativamente nuevos. En particular, las propiedades emergentes de un sistema son las que posee el sistema como totalidad y que, a la vez, no las posee ninguno de sus componentes.
- ESPACIO DE ESTADOS.** El espacio de estados de una cosa es el conjunto de todos los estados en los que la cosa se puede encontrar. Cada especie de cosas está caracterizada por un espacio de estados. Normalmente el espacio de estados de una cosa es un espacio n -dimensional formado por los rangos de las funciones que representan las n funciones de la cosa. Cada estado de la cosa lo podemos representar como un punto en este espacio de estados.
- ESTRUCTURA DE UN SISTEMA.** Es el conjunto de relaciones que se dan entre los componentes de un sistema o entre éstos y los ítems del medio. La estructura de un sistema incluye las conexiones o ligaduras existentes entre sus componentes. Lo representamos por $\mathcal{S}(\sigma)$.
- EXPLICACIÓN.** Dedución de una proposición determinada de un conjunto de premisas que contienen leyes y datos.
- FUNCIÓN.** En matemáticas se trata de una relación entre dos conjuntos, relación que asigna a cada miembro del primero exactamente un miembro del segundo. *Notación estándar:* $f: A \rightarrow B$. Siendo a un miembro de A , el valor que f toma en a lo representamos por $f(a)$, que es un miembro de B . En biología y tecnología la función de una cosa es lo que la cosa hace. *Ejemplo:* una función del cerebro de los primates es pensar. Observemos que aunque cada actividad que tiene un propósito es una función de algún animal, la recíproca es falsa.
- GNOSEOLOGÍA.** Rama de la filosofía que trata de la naturaleza, recursos y límites del conocimiento humano.
- HIPÓTESIS.** Es una proposición que supera (va más allá) de los datos que tenemos a nuestro alcance y que está sujeta a revisión. *Ejemplo:* todos los enunciados legales son hipótesis.
- IDEALISMO.** El conjunto de ontologías según las cuales las ideas son autónomas o autoexistentes. Hay dos variedades del idealismo: el subjetivo y el objetivo.

INTERSECCIÓN. Ver *Operaciones conjuntistas*.

MAPA. Ver *Función*.

MATERIALISMO. Clase de ontologías según las cuales la realidad está compuesta exclusivamente de cosas materiales o concretas. *Ejemplos*: el fisicismo, el materialismo dialéctico y el materialismo emergentista.

MEDIO DE UN SISTEMA. El medio de un sistema σ es el conjunto $\mathcal{E}(\sigma)$ de items concretos que no forman parte de la composición de σ , que actúan sobre componentes de σ que, a su vez, también actúan sobre ellos.

ONTOLOGÍA. Rama de la filosofía que trata de la naturaleza de la realidad. Trata, más en concreto, del concepto general de cosa, cambio, espacio, ley, causación, vida, mente y sociedad.

OPERACIÓN CONJUNTISTA. La unión $A \cup B$ de dos conjuntos A y B es el conjunto que contiene todos los elementos de A y todos los de B . La intersección $A \cap B$ contiene todos los elementos contenidos tanto en A como en B . El complemento de A (en cierto universo o clase) es el conjunto de todos los elementos (del universo) que no son miembros de A ; se representa por \bar{A} . La diferencia entre los conjuntos A y B es el conjunto formado por los elementos de A que no son elementos de B . La representamos por $A - B$ o por $A \cap \bar{B}$. En general $A - B \neq B - A$. La diferencia simétrica entre A y B , representada por $A \Delta B$, es el conjunto de elementos que no son comunes a A y B , esto es $A - B \cup B - A$.

POSTULADO. Una hipótesis que está justificada por sus consecuencias lógicas (teoremas, corolarios). Sinónimo: axioma. El fundamento de una teoría es un conjunto de postulados a partir de los cuales se siguen todas las fórmulas de la teoría.

PREDICADO. Una función de algún conjunto a un conjunto de proposiciones. *Ejemplo*: «plasticidad» es un predicado que representa una propiedad de ciertos subsistemas del cerebro.

PRODUCTO CARTESIANO. El producto cartesiano $A \times B$ de dos conjuntos A y B es el conjunto formado por todos los pares ordenados de la forma $\langle a, b \rangle$, siendo a un elemento de A y b uno de B . Observemos que $\langle a, b \rangle \neq \langle b, a \rangle$ a menos que $a = b$.

REDUCCIÓN. Reducimos un concepto a otro si uno de ellos está definido en términos del otro. Una proposición está reducida a otra cuando la primera está explicada con la ayuda de la segunda. *Ejemplo*: la psicobiología reduce los predicados y las proposiciones psicológicos a predicados y proposiciones biológicos.

RELACIONES CONJUNTISTAS. Relación de pertenencia: a pertenece a (está en) el conjunto A . Notación: $a \in A$. Relación de inclusión: el conjunto A está incluido en el conjunto B (o es parte de B) si todos los miembros de A son también miembros de B . Notación: $A \subset B$.

SISTEMA. Es un objeto complejo compuesto de items interdependientes. Un sistema conceptual, por ejemplo, una teoría, está compuesto de proposiciones. Un sistema concreto (o material), por ejemplo, el cerebro, está compuesto de módulos materiales, como pueden ser moléculas o campos. Podemos caracterizar a un sistema σ por su composición $\mathcal{C}(\sigma)$, su medio $\mathcal{E}(\sigma)$ y su estructura $\mathcal{S}(\sigma)$.

TEORÍA. Es un sistema de proposiciones relacionadas lógicamente.

BIBLIOGRAFÍA

- ACKOFF, R. L., y F. E. EMERY (1972): *On Purposeful Systems*, Aldine, Chicago.
- AGASSI, J. (1977): *Towards a Rational Philosophical Anthropology*, Martinus Nijhoff, The Hague.
- ALCOCK, J. (1981): *Parapsychology: Science or Magic?*, Pergamon, Oxford.
- ALSTON, W. P. (1974): «Conceptual prolegomena to a Psychological Theory of Intentional Action», en Brown (1974), pp. 71-101.
- AMARI, S.-I. (1977): «A Mathematical Approach to Neural Systems», en Metzler, pp. 67-117.
- AMARI, S.-I., y A. TAKFUCHI (1978): «Mathematical Theory on Formation of Category Detecting Nerve Cells», *Biological Cybernetics*, **29**, 127-136.
- ANDERSON, A. R. (ed.) (1964): *Minds and Machines*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J.
- ANDERSON, J. A. (1972): «A Simple Neural Network Generating an Interactive Memory», *Math. Biosci.*, **14**, 197-220.
- (1973): «A Theory for the Recognition of Items Short Memorized Lists», *Psychol. Rev.*, **80**, 417-438.
- APTER, M. (1970): *The Computer Simulation of Behavior*, Harper & Row, New York.
- ARATESH, A. R., y J. D. ARATESH (1976): *Creativity in Human Development*, Schenkman, New York.
- ARRIB, M. A., W. L. KUMER y D. N. SPINELLI (1976): «Neural Models and Memory», en Rosenzweig y Bennett, pp. 109-132.
- ARMSTRONG, D. (1968): *A Materialist Theory of the Mind*, Routledge & Kegan Paul, London.
- AYER, A. J. (1963): *The Concept of a Person and Other Essays*, Macmillan, London.
- BANDURA, A. (1969): *Principles of Behavior Modification*, Holt, Rinehart & Winston, New York.
- BARANYI, A., y O. FEHÉR (1981): «Synaptic Facilitation Requires Paired Activation of Convergent Pathways in the Neocortex», *Nature* **290**, 413-415.
- BARBER, T. X. (1978): «Hypnosis, Suggestions, and Psychosomatic phenomena», *Am. J. Clin. Hypnosis* **21**, 13-27.
- BARBOUR, I. G. (1969): *Issues in Science and Religion*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J.
- BARTLETT, F., y E. R. JOHN (1973): «Equipotentiality Quantified: The Anatomical Distribution of the engram», *Science* **181**, 764-767.
- BARTLETT, F. C. (1932): *Remembering: A Study in Experimental and Social Psychology*, Cambridge University Press, Cambridge.
- BECHTEREVA, N. P. (1978): *The Neurophysiological Aspects of Human Mental Activity*, 2.ª ed. Oxford University Press, New York.
- BÉKÉSY, G. VON (1967): *Sensory Inhibition*, Princeton University Press, Princeton.
- BELOFF, J. (1962): *The Existence of Mind*, MacGibbon & Kee, London.
- BENNETT, E. L. (1976): «Cerebral Effects of Differential Experience and Training», en Rosenzweig y Bennett, pp. 279-287.
- BERGSTRÖM, R. M. (1967): «Neural Macrostates», *Synthese* **17**, 425-443.

- BERKOVITZ, L. (ed.) (1964): *Advances in Experimental Social Psychology*, vol. 1, Academic Press, New York.
- BINDRA, D. (1970): «The Problem of Subjective Experiences», *Psychol. Rev.* 77, 581-584.
- (1976): *A Theory of Intelligent Behavior*, Wiley Interscience, New York.
- (1978): «How Adaptive Behavior is Produced: A Perceptual-motivational Alternative to Response-Reinforcement», *Behav. Brain Sci.* 1, 41-52.
- (ed.) (1980): *The Brain's Mind: A Neuroscience Perspective on the Mind-Body Problem*, Gardner Press, New York.
- BISHOP, G. (1956): «Natural History of the Nerve Impulse», *Physiol. Rev.* 36, 376-399.
- BLAKEMORE, C. (1973): «The Baffled Brain», en Gregory y Gombrich, pp. 9-48.
- (1977): *Mechanics of the Mind*, Cambridge University Press, Cambridge.
- y F. W. CAMPBELL (1969): «Adaptation to Spatial Stimuli», *J. Physiol.* 200, 11-13.
- S. D. IVERSEN y O. L. ZANGWILL (1972): «Brain Functions», *A. Rev. Psychol.* 23, 413-456.
- BOGEN, J. E. (1969): «The Other Side of the Brain: An Appositional Mind», *Bull. Los Angeles Neurol. Soc.* 34 (3), 135-162.
- BORING, E. G. (1932): «The Physiology of Consciousness», *Science* 75, 32-39.
- BORNSTEIN, M. H. (1975): «The Influence of Visual Perception on Culture», *Am. Anthropol.* 77, 744-798.
- BORST, C. V. (ed.) (1970): *The Mind-Brain Identity Theory*, Macmillan, London; St. Martin's Press, New York.
- BRAIN, LORD (1965): «Some Aspects of the Brain-Mind Relationship», en Smythies (1965a), pp. 63-79.
- BRANDT, R., y J. KIM (1967): «The Logic of the Identity Theory», *J. Phil.* 64, 515-537.
- BROAD, C. D. (1949): «The Relevance of Psychical Research to Philosophy», *Philosophy* 24, 291-309.
- (1962): *Lectures on Psychical Research*, Routledge & Kegan Paul, London; Humanities Press, New York.
- BRONOWSKI, J., y U. BELLUGI (1970): «Language, Name, and Concepts», *Science* 168, 669-673.
- BROWN, J. (1977): *Mind, Brain, and Consciousness: the Neuropsychology of Cognition*, Academic Press, New York.
- BROWN, S. C. (ed.) (1974): *Philosophy of Psychology*, Macmillan, London.
- BULLOCK, T. H. (1958): «Evolution of Neurophysiological Mechanisms», en A. Roe y G. G. Simpson (eds.), *Behavior and Evolution*, Yale University Press, New Haven, pp. 165-177.
- (1978): «Identifiable and Addressed Neurons in the Vertebrates», en D. Faber y H. Korn (eds.), *Neurobiology of the Mauthner Cell*, Raven Press, New York, pp. 1-12.
- BUNGE, M. (1956): «Do Computers Think?», *Br. J. Phil. Sci.* 7, 139-148; 7, 212-219.
- (1959): *Causality*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.; ed. rev., Dover, 1979.
- (1963): *The Myth of Simplicity*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J.
- (1967): *Scientific Research*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York. Trad. esp.: *La investigación científica*, 2.ª ed., Ariel, Barcelona, 1983.
- (1973a): *Method, Model and Matter*, Reidel, Dordrecht.
- (1973b): *Philosophy of Physics*, Reidel, Dordrecht.
- (1974a): *Sense and Reference*, Treatise, vol. 1, Reidel, Dordrecht-Boston.
- (1974b): *Interpretation and Truth*, Treatise, vol. 2, Reidel, Dordrecht-Boston.
- (1977a): *The Furniture of the World*, Treatise, vol. 3, Reidel, Boston.
- (1977b): «States and Events», en W. E. Hartnett (ed.), *Systems: Approaches, Theories, Applications*, Reidel, Boston.
- (1977c): «Emergence and the Mind», *Neuroscience* 2, 501-509.
- (1977b): «General Systems and Holism», *General Systems XXII*, 87-90.
- (1979a): *A World of Systems*, Treatise, vol. 4, Reidel, Dordrecht-Boston.
- (1979b): «The Mind-Body Problem in an Evolutionary Perspective», en G. Wols-

- tenholme y M. O'Connor (eds.), *Brain and Mind*, Elsevier, Excerpta Medica, North-Holland, Amsterdam-New York.
- (1979c): «Cytoarchitectonic Similarity Does Not Entail Functional Identity», *Behav. Brain Sci.* 1, 350.
- (1979d): «The Mind-Body Problem, Information Theory, and Christian Dogma», *Neurosci* 4, 453-4.
- (1980a): «From Neuron to Behavior and Mentation: An Exercise in Levelmanship», en H. Pinsky y W. D. Willis (eds.), *Information Processing in the Nervous System*, Raven Press, New York.
- (1980b): «The psychoneural Identity Theory», en Bindra.
- (1981): *Scientific Materialism*, Reidel, Dordrecht-Boston. Trad. esp.: *Materialismo y ciencia*, Ariel, Barcelona, 1981.
- (1983a): *Exploring the World*, Reidel, Dordrecht-Boston.
- (1983b): *Understanding the World*, Reidel, Dordrecht-Boston.
- (1983c): *Lingüística y filosofía*, Ariel, Barcelona.
- (1985): *Intuición y razón*, Madrid, Tecnos.
- y R. LLINAS (1978): «The Mind-Body Problem in the Light of Contemporary Neurobiology», *16th World Congress of Philosophy, Section Papers*, pp. 131-133.
- BUSER, P. A., y A. ROUGEUS-BUSER (eds.) (1978): *Cerebral Correlates of Conscious Experience*, North-Holland, Amsterdam.
- BYNUM, W. F. (1976): «Varieties of Cartesian Experience in Early Nineteenth Century Neurophysiology», en S. F. Spicker y H. T. Engelhardt (eds.), *Philosophical Dimensions of the Neuro-medical Sciences*, Reidel, Dordrecht-Boston, pp. 15-33.
- CALVIN, W. H., y G. A. OJEMANN (1980): *Inside the Brain*, New American Library, New York.
- CARTWRIGHT, D. S. (1979): *Theories and Models of Personality*, Wm. C. Brown, Dubuque.
- CLARKE, W. N. (1967): «Cybernetics and the Uniqueness of Man», *Proceedings of the 7th Inter-American Congress of Philosophy*, vol. II, Presses de l'Université Laval, Québec, pp. 49-54.
- COLE, M., y I. MALIZMAN (eds.) (1969): *A Handbook of Contemporary Soviet Psychology*, Basic Books, New York.
- COOPER, L. (1973): «A Possible Organization of Animal Memory and Learning», en B. Lundqvist y S. Lundqvist (eds.), *Collective Properties of Physical Systems*, Academic Press, New York.
- CORNING, W., y M. BALABAN (1968): *The Mind: Biological Approaches to its Functions*, Wiley, New York.
- CORNMAN, J. W. (1971): *Materialism and Sensations*, Yale University Press, New Haven.
- COTMAN, C. W. (ed.) (1978): *Neuronal Plasticity*, Raven, New York.
- COWAN, J. (1976): «Are There Modifiable Synapses in the Visual Cortex?», en Rosenzweig y Bennett, pp. 133-143.
- CRAIK, K. J. W. (1943): *The Nature of Explanation*, Cambridge University Press, Cambridge.
- (1966): *The Nature of Psychology*, Stephen L. Sherwood (ed.), Cambridge University Press, Cambridge.
- CRAVIGTO, J., E. R. DELICARDIE y H. G. BIRCH (1966): «Nutrition, Growth and Neurointegrative Development: An Experimental and Ecologic Study», *Pediatrics* 38 (No. 2, Part II), 319-372.
- CULBERTSON, J. T. (1976): *Sensations, Memories and the Flow of Time*, The Cromwell Press, Santa Margarita, Calif.
- CHENG, CHUNG-YING (ed.) (1975): *Philosophical Aspects of the Mind-Body Problem*, University Press of Hawaii, Honolulu.
- CHISHOLM, R. M. (1976): *Person and Object: A Metaphysical Study*, Open Court, La Salle, Ill.

- CHOMSKY, N. (1968): *Language and Mind*, Harcourt, Brace & World, New York.
- CHRISTIAN, J. J. (1970): «Mammalian Evolution: Is It Due to Social Subordination?», *Science* **170**, 344-346.
- DAVIDSON, D. (1970): «Mental Events», en L. Foster y J. W. Swanson (eds.), *Experience and Theory*, University of Massachusetts Press, Amherst, pp. 79-101.
- DAVIS, W. J. (1976): «Plasticity in the Invertebrates», en Rosenzweig y Bennett, pp. 430-462.
- DELGADO, J. M. R. (1969): *Physical Control of the Mind*, Harper & Row, New York.
- DENENBERG, V. H. (1970): «The Mother as a Motivator», en W. J. Arnold y M. M. Page (eds.), *Nebraska Symposium on Motivation*, University of Nebraska Press, Lincoln, pp. 69-93.
- J. GARBANAU, G. SHERMAN, D. YUTZEY y R. KAPLAN (1978): «Infantile Stimulation Induces Lateralization in Rats», *Science* **201**, 1150-51.
- DESCARTES: *Oeuvres* (C. ADAM y P. TANNERY, eds.) (1909): Cerf, Paris.
- DIAMOND, M. C., y otros (1976): «Effects of Environment on Morphology of Rat Cerebral Cortex and Hippocampus», *J. Neurobiol.* **7**, 75-85.
- DIMOND, S. J. (1976): «Brain Circuits for Consciousness», *Brain Behav. Evol.* **13**, 376-395.
- DOFY, R. W., Sr (1965): «Philosophy and the Brain», *Perspect. Biol. Med.* **9**, 23-34.
- (1975): «Consciousness from Neurons», *Acta Neurobiol. Exp.* **35**, 791-804.
- DREYFUS, H. (1972): *What Computer Can't Do*, Harper & Row, New York.
- DUCASSE, C. J. (1951): *Nature, Mind and Death*, Open Court, La Salle, Ill.
- DUNN, A. J. (1976): «Biochemical Correlates of Training Experiences: A Discussion of the Evidence», en Rosenzweig y Bennett, pp. 311-320.
- ECCLES, J. C. (1951): «Hypotheses Relating to the Brain-Mind Problem», *Nature* **168**, 53-64.
- (1965): *The Brain and Unity of Conscious Experience*, Cambridge University Press, Cambridge.
- (ed.) (1966): *Brain and Conscious Experience*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- (1977): *The Understanding of the Brain*, 2.^a ed., McGraw-Hill, New York.
- (1978a): «Keynote Address to the 4th Annual Meeting of the ICUS», en *What ICUS Is*, International Cultural Foundation, New York.
- (1978b): *The Human Mystery*, Springer-Verlag, New York.
- EIDELMAN, G. M., y V. B. MOUNTCASTLE (1978): *The Mindful Brain*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- EISDORFER, C., J. NOWLIN y F. WILKIE (1971): «Improvement of Learning in the Aged by Modification of Autonomic Nervous System Activity», *Science* **170**, 1327-1329.
- ELLIS, B. (1967): «Physical Monism», *Synthese* **17**, 141-161.
- ERICKSON, C. J., y D. S. LEHRMAN (1964): «Effect of Castration of Male Ring Doves Upon Ovarian Activity of Females», *J. Comp. Physiol.* **58**, 164-166.
- ERMENRAUT, G. B., y J. D. COWAN (1979): «A Mathematical Theory of Visual Hallucination Patterns», *Biological Cybernetics* **34**, 137-150.
- ESTES, W. K. (1962): «Learning Theory», en P. R. Farnsworth, O. McNemar y Q. McNemar (eds.), *Annual Review of Psychology*, vol. 13, Annual Reviews, Palo Alto, Calif.
- FEIGL, H. (1958): «The "mental" and the "physical"», en H. Feigl, M. Scriven y G. Maxwell (eds.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. II, págs. 370-497, University of Minnesota Press, Minneapolis.
- (1960): «Mind-Body, Not a Pseudo-Problem», en Hook, pp. 33-44.
- (1971): «Some Crucial Issues of Mind-Body Monism», *Synthese* **22**, 295-312.
- FENTRESS, J. C. (ed.) (1976): *Simpler Networks and Behavior*, Sinauer Associates, Sunderland, Mass.
- FERNÁNDEZ-GUARDIOLA, A. (ed.) (1979a): *La conciencia*, Trillas, México.

- (1979b): «El problema mente-cuerpo», en Fernández-Guardiola, 1979a, pp. 89-105.
- FEUERBACH, L. (1843): «Grundsätze der Philosophie der Zukunft», en *Kleine philosophische Schriften*, Meiner, Leipzig, 1950.
- FLOU-HENRY, P. (1976): «Lateralized Temporal-Limbic Dysfunction and Psychopathology», *Ann. NY Acad. Sci.* **280**, 777-795.
- FODOR, J. A. (1975): *The Language of Thought*, Crowell, New York.
- FREEMAN, R. D., y L. N. THIBOS (1973): «Electrophysiological Evidence that Abnormally Early Visual Experience Can Modify the Human Brain», *Science* **180**, 876-878.
- FREEMAN, W. J. (1973): «A Model of the Olfactory System», en M. A. B. Brazier, D. O. Walter y D. Schneider (eds.), *Neural Modeling*, UCLA Brain Research Institute, Brain Research Information Service, Los Angeles, pp. 41-72.
- (1975): *Mass Action in the Nervous System*, Academic Press, New York.
- FRONZEL, R. (1953): *The Nature of the Self: A Functional Interpretation*, Yale University Press, New Haven. Repr. Southern Illinois Press, Carbondale, Ill., 1971.
- GANDELMAN, R., M. X. ZARROW, V. H. DENENBERG y M. MEYERS (1971): «Olfactory Bulb Removal Eliminates Maternal Behavior», *Science* **171**, 210-211.
- GARDNER, R. A., y B. T. GARDNER (1969): «Teaching Sign Language to a Chimpanzee», *Science* **165**, 664-672.
- GARDNER, B. T., y R. A. GARDNER (1971): «Two-way Communication with an Infant Chimpanzee», en A. M. Schrier y F. Stollnitz (eds.), *Behavior of Non-human Primates*, vol. I, Academic Press, New York, pp. 117-184.
- GAZZANIGA, M. S. (1967): «The Split Brain in Man», *Sci. Am.* **217** (2), 24-29.
- y J. E. LEDOUX (1978): *The Integrated Mind*, Plenum Press, New York-London.
- GHISELIN, M. T. (1973): «Darwin and Evolutionary Psychology», *Science* **179**, 964-968.
- GIACOBINI, E. (1971): «Molecular Mechanisms of Nervous Transmission and Synaptic Plasticity», *Prog. Brain Res.* **34**, 243-258.
- GIBSON, E. J. (1969): *Principles of Perceptual Learning and Development*, Appleton-Century-Crofts, New York.
- GIBSON, J. J. (1966): *The Senses Considered as Perceptual Systems*, Houghton Mifflin, Boston.
- GLOBBS, G. G., G. MAXWELL y I. SAVODNIK (eds.) (1976): *Consciousness and the Brain*, Plenum Press, New York-London.
- GROVER, J. (ed.) (1976): *The Philosophy of Mind*, Oxford University Press, Oxford.
- GOLDIN-MEADOW, S., y H. FELDMAN (1977): «The Development of Language-like Communication without a Language Model», *Science* **197**, 401-403.
- GOLDMAN, P. S., y J. H. NAUTA (1977): «Columnar Distribution of Cortico-cortico Fibres, etc.», *Brain Res.* **122**, 393-413.
- GOODY, J. (1977): *The Domestication of the Savage Mind*, Cambridge University Press, Cambridge.
- GOSIAN, D. A. (1969): *Handbook of Socialization Theory and Research*, Rand McNally, Chicago.
- GRAY, J. A. (1972a): «The Psychophysiological Nature of Introversion-extroversion», en Nebylitsyn y Gray, pp. 182-205.
- (1972b): «Learning Theory, the Conceptual Nervous System, and Personality», en Nebylitsyn y Gray, 372-399.
- GRAY LATOR, G. (1976): «The Social Order of Japanese Macaques», *Sci. Am.* **235** (4), 96-106.
- GREENO, J. G. (1974): «Representation of Learning as Discrete Transition in a Finite State Space», en D. Krantz, R. Duncan Luce y P. Suppes (eds.), *Learning, Memory, and Thinking*, W. H. Freeman, San Francisco, pp. 1-43.
- GRITNOUGH, W. T., R. W. WEST y T. J. DEVOOGD (1978): «Subsynaptic Plate Perforations: Changes with Age and Experience in the Rat», *Science* **202**, 1096-1098.
- GREGORY, F. (1977): *Scientific Materialism in Nineteenth Century Germany*, Reidel, Dordrecht-Boston.

- GREGORY, R. L. (1970): *The Intelligent Eye*. Weidenfeld & Nicolson, London; McGraw-Hill, New York.
- (1973): «The Confounded Eye», en Gregory y Gombrich, pp. 49-98.
- y E. H. GOMBRICH (eds.) (1973): *Illusion in Nature and Art*. Duckworth, London.
- GRENE, M. (ed.) (1971): *Interpretations of Life and Mind*. Routledge & Kegan Paul, London.
- GRIFFIN, D. R. (1976): *The Question of Animal Awareness*. Rockefeller University Press, New York.
- GRIFFITH, J. S. (1967): *A View of the Brain*. Clarendon Press, Oxford.
- GROSS, C. G., y H. P. ZEIGLER (eds.) (1969): *Readings in Physiological Psychology. Motivation*. Harper & Row, New York.
- GROVES, P. M., y R. F. THOMPSON (1967): «Habituation: A Dual-process Theory», *Psych. Rev.* **77**, 419-450.
- y G. V. REBER (1976): «Biochemistry and Behavior», *A. Rev. Psychol.* **27**, 91-127.
- GRUBER, H., y P. H. BARRITT (1974): *Darwin on Man: A Psychological Study of Scientific Creativity, together with Darwin's Early and Unpublished Notebooks*. E. P. Dutton, New York.
- GUNDERSON, K. (1970): «Asymmetries and Mind-Body Perplexities», en M. Radner y S. Winokur (eds.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. IV, University of Minnesota Press, Minneapolis, pp. 207-309.
- HAMILTON, W. D. (1971): «Geometry of the Selfish Herd», *J. Theoret. Biol.* **31**, 295-311.
- HAMPSHIRE, S. (ed.) (1966): *Philosophy of Mind*. Harper & Row, New York.
- HANSEL, C. E. M. (1980): *ESP and Parapsychology*. Prometheus Books, Buffalo, N. Y.
- HARLOW, H. F. (1958): «The Evolution of Learning», en Roe y Simpson, pp. 269-290.
- HARTLEY, D. (1749): *Observations on Man*, 2 vols., J. Leake & W. Frederick, London.
- HEATH, R. G. (1977): «Subcortical Brain Function Correlates of Psychopathology and Epilepsy», en C. Shagass, S. Gershon y A. Friedhoff (eds.), *Psychopathology and Brain Dysfunction*. Raven Press, New York, pp. 51-67.
- HEBB, D. O. (1949): *The Organization of Behavior*. Wiley, New York.
- (1959a): «Intelligence, Brain Function and the Theory of Mind», *Brain* **82**, 260-275.
- (1959a): «A Neuropsychological Theory», en S. Koch (ed.), *Psychology: The Study of a Science*, vol. I, McGraw-Hill, New York, pp. 622-643.
- (1966): *A Textbook of Psychology*. W. B. Saunders, Philadelphia.
- (1968): «Concerning Imagery», *Psychol. Rev.* **75**, 466-477.
- (1974): «What Psychology is about», *Am. Psychol.* **29**, 71-79.
- HELD, R., y A. HEIN (1963): «Movement-produced Stimulation in the Development of Visually Guided Behavior», *J. Comp. Physiol. Psychol.* **56**, 872-6.
- HERRICK, C. J. (1949): «A Biological Survey of Integrative Levels», en Sellars y otros, pp. 222-242.
- HESS, W. R. (1968): *The Biology of Mind*. University of Chicago Press, Chicago.
- HINDE, R. A. (1974): *Biological Bases of Human Social Behaviour*. McGraw-Hill, New York.
- HIPÓCRATES (1948): «Airs Waters Places», en *Hippocrates*, vol. I, The Loeb Classical Library, Harvard University Press, Cambridge, Mass., pp. 65-137.
- HOBSON, J. A., y R. W. MCCARLEY (1977): «The Brain as a Dream Spate Generator», *Am. J. Psychiat.* **134**, 1335-1348.
- HOOK, S. (ed.) (1960): *Dimensions of Mind*. New York University Press, New York.
- HOYLE, G. (1976): «Approaches to Understanding the Neurophysiological Bases of Behavior», en John C. Fentress (ed.), *Simpler Networks and Behavior*, Sinauer Associates Inc., Sunderland, Mass., pp. 21-38.
- HUBEL, D. H., y T. N. WIESEL (1962): «Receptive Fields, Binocular Interaction, and Functional Architecture in the Cat's Visual Cortex», *J. Physiol.* **160**, 106-154.

- (1963): «Receptive Fields and Functional Architecture of Monkey Striate Cortex», *J. Physiol.* **165**, 559-568.
- HULL, C. L. (1943): *Principles of Behavior*. Appleton-Century-Crofts, New York.
- HUME, D. (1739): *A Treatise of Human Nature* (Selby-Bigge, ed.), Clarendon Press, Oxford.
- HUMPHREYS, G. (1951): *Thinking*. Methuen, London.
- INGVAR, D. H., y L. A. LASSEN (eds.) (1975): *Brain Work*. Munksgaard, Copenhagen.
- JAMES, W. (1890): *Principles of Psychology*, 2 vols., repr., Dover, New York, 1950.
- (1912): *Essays in Radical Empiricism*. Longmans, New York.
- JAYNES, J. (1976a): *The Origin of Consciousness in the Breakdown of the Bicameral Mind*. Houghton Mifflin, Boston.
- (1976b): «The Evolution of Language in the Late Pleistocene», *Am. NY Acad. Sci.* **280**, 312-325.
- JERISON, H. J. (1973): *Evolution of the Brain and Intelligence*. Academic Press, New York.
- JOHN, E. R. (1972): «Switchboard vs. Statistical Theories of Learning and Memory», *Science* **177**, 850-864.
- y D. KLEINMAN (1975): «Stimulus Generalization" between Differentiated Visual, Auditory, and Central Stimuli», *J. Neurophysiol.* **38**, 1015-1034.
- F. BARTLETT, M. SHIMOKUCHI y D. KLEINMAN (1973): «Neural Readout from Memory», *J. Neurophysiol.* **36**, 893-924.
- JONES, E. (1961): *The Life and Work of Sigmund Freud* (editado y resumido por L. Trilling y S. Marcus). Basic Books, New York.
- KANDEL, E. R. (1976): *Cellular Basis of Behavior*. W. H. Freeman, San Francisco.
- KATZ, J. J. (1976): «A Hypothesis about the Uniqueness of Natural Languages», *Am. NY Acad. Sci.* **280**, 33-41.
- KAWAI, M. (1965): «Newly Acquired Pre-cultural Behavior of the Natural Troop of Japanese Monkeys on Koshime Islet», *Primates* **6**, 1-30.
- KEEY, S., y S. MATTHYSSE (1975): *Catecholamines and their Enzymes in the Neuropathology of Schizophrenia*. Pergamon Press, Oxford.
- KLEINH, H. (1974): «Objective Knowledge out Ignorance: Popper on Body, Mind, and the Third World», *Theory and Decision* **5**, 391-412.
- KIM, J. (1971): «Materialism and the Criteria of the Mental», *Synthese* **22**, 323-345.
- (1972): «Phenomenal Properties, Psychological Laws, and the Identity Theory», *Monist* **56**, 117-192.
- KNEALE, W. (1962): *On Having a Mind*. Cambridge University Press, Cambridge.
- KONORSKI, J. (1967): *Integrative Activity of the Brain*. University of Chicago Press, Chicago.
- KOOR, G. F., P. J. FRAY y S. D. IVERSEN (1976): «Tail-pinch Stimulation: Sufficient Motivation for Learning», *Science* **194**, 637-639.
- KORTLAND, A. (1955): «Aspects and Prospects of the Concept of Instinct (Vicissitudes of the Hierarchy Theory)», *Arch. Néerland. Zool.* **11**, 155-284.
- KOSHLAND, D. E., Jr. (1977): «A Response Regulator Model in a Simple Sensory System», *Science* **196**, 1055-1063.
- KRIEKE, S. (1971): «Identity and Necessity», en M. K. Munitz (ed.), *Identity and Individuation*. New York University Press, New York, pp. 135-164.
- KUPERMANN, I. (1975): «Neurophysiology of Learning», *Ann. Rev. Psychol.* **26**, 367-391.
- y K. R. WEISS (1978): «The Command Neuron Concept», *Behav. Brain Sci.* **1**, 3-39.
- LA METRIE, J. O. (1745): *Histoire naturelle de l'âme*, en *Textes choisis*. Editions Sociales, Paris, 1954.

- LASHLEY, K. S. (1949): «Persistent Problems in the Evolution of Mind», *Q. Rev. Biol.* **24**, 28-42.
- LAUGHLIN, C. D., y E. G. d'AQUILI (1974): *Biogenetic Structuralism*, Columbia University Press, New York.
- LENNEBERG, E. H. (1967): *Biological Foundations of Language*, Wiley, New York.
- (1970): «Brain Correlates of Language», en F. O. Schmitt (ed.), *The Neurosciences: Second Study Program*, Rockefeller University Press, New York, pp. 361-371.
- LETTVIN, J. Y., H. MATHURANA, W. S. McCULLOCH y W. H. PITTS (1959): «What the Frog's Eye Tells the Frog's Brain», *Proc. IRE*, vol. 47, 1940-1959.
- LEVINE, M. (1974): *A Cognitive Theory of Learning*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, N. J.
- LEVY, J. (1977): «The Mammalian Brain and the Adaptive Advantage of Cerebral Asymmetry», *Ann. NY Acad. Sci.* **299**, 264-272.
- LILJERMAN, P. (1975): *On the Origins of Language: An Introduction to the Evolution of Human Speech*, Macmillan, New York.
- (1976): «Interactive Models for Evolution: Neural Mechanisms, Anatomy, and Behavior», *Ann. NY Acad. Sci.* **280**, 660-672.
- y E. S. CRULIN (1971): «On the Speech of Neanderthal Man», *Linguistic Inquiry* **2**, 203-222.
- LIEBESKIND, J. C., y L. A. PAUL (1977): «Psychological and Physiological Mechanisms of Pain», *Ann. Rev. Psychol.* **28**, 41-60.
- LINAS, R., y M. BUNGE (1978): «Restricted Applicability of the Concept of Command in Neuroscience: Dangers of Metaphors», *Beh. and Brain Sci.* **1**, 30-31.
- LOCKE, J. (1690): *An Essay Concerning Human Understanding*, George Routledge & Sons, London, s.f.
- LORENZ, K. (1971): *Studies in Animal and Human Behavior*, 2 vols., trad. R. Martin, Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- LUDWIG, J. (1978): *Philosophy and Parapsychology*, Prometheus Books, Buffalo, N.Y.
- LURIA, A. R. (1966): *Human Brain and Psychological Processes*, trad. B. Haigh, Harper & Row, New York.
- (1969): «Speech Development and the Formation of Mental Processes», en Cole y Maltzman, pp. 121-162.
- (1973): *The Working Brain. An Introduction to Neurophysiology*, Penguin, Harmondsworth.
- (1976): *Cognitive Development. Its Cultural and Social Foundations*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- MCCULLOCH, W. S. (1965): *Embodiments of Mind*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- MCDUGALL, W. (1911): *Body and Mind: A History and a Defense of Animism*, Methuen, London.
- MACGRIGOR, R. J., y E. R. LEWIS (1977): *Neural Modeling*, Plenum Press, New York-London.
- MCGUIGAN, F. J., y R. A. SCHOONOVER (eds.) (1973): *The Psychophysiology of Thinking: Studies of Covert Processes*, Academic Press, New York.
- MACKEY, D. M. (1978): «Selves and Brains», *Neuroscience* **3**, 599-606.
- MACNAB, R. M., y D. E. KOSHLAND, Jr. (1972): «The Gradient-sensing Mechanism in Bacterial Chemotaxis», *Proc. Natn. Acad. Sci. USA* **69**, 2509-2512.
- MAGOUN, H. W. (1958): *The Waking Brain*, Charles C. Thomas, Springfield, Ill.
- MALCOLM, N. (1964): «Scientific Materialism and the Identity Theory» *Dialogue* **III**, 115-125.
- (1973): «Thoughtless Brutes», *Proc. Addresses of the Am. Phil. Ass.* **46**, 5-20.
- MALSBERG, C. VON DER (1973): «Self-organization of Orientation Sensitive Cells in the Striate Cortex», *Kybernetik* **14**, 85-100.
- MARGOLIS, J. (1978): *Persons and Minds*, Reidel, Dordrecht-Boston.
- MARLER, P., y M. TAMURA (1964): «Culturally Transmitted Patterns of Vocal Behavior in Sparrows», *Science* **146**, 1483-1486.

- MARR, D. (1970): «A Theory for Cerebral Cortex», *Proc. R. Soc. (London)* **B176**, 161-234.
- MASTERTON, R. B., C. B. G. CAMPBELL, M. E. BITTERMAN y N. HOTTON (eds.) (1976a): *Evolution of Brain and Behavior in Vertebrates*, Erlbaum, Hillsdale, N. J.
- MASTERTON, R. B., W. HODOS y H. JERISON (eds.) (1976b): *Evolution, Brain, and Behavior*, Erlbaum, Hillsdale, N. J.
- MEHRL, P. (1966): «The Compleat Autocerebroscopist: A Thought Experiment on Professor Feigl's Mind/Body Identity Thesis», en P. K. Feyerabend y G. Maxwell (eds.), *Mind Matter and Method*, University of Minnesota Press, Minneapolis, pp. 103-180.
- MENZEL, E. W., Jr., R. K. DAVENPORT y C. M. ROGERS (1972): «Protocultural Aspects of Chimpanzee's Responsiveness to Novel Objects», *Folia primat.* **17**, 161-170.
- MEZELER, J. (1977): *Systems Neuroscience*, Academic Press, New York.
- MEYER, D. R. (1971): «The Habits and Concepts of Monkeys», en Leonard B. Jarrard (ed.), *Cognitive Processes in Nonhuman Primates*, Academic Press, New York-London, pp. 83-102.
- MILLER, G. A. (1964): *Mathematics and Psychology*, Wiley, New York.
- E. GALANTER y K. H. PRIBRAM (1960): *Plans and the Structure of Behavior*, Holt, Rinehart & Winston, New York.
- MILLER, N. E. (1969): «Learning of Visceral and Glandular Responses», *Science* **163**, 434-445.
- MILNER, P. (1970): *Physiological Psychology*, Holt, Rinehart & Winston, New York.
- (1974): «A Model for Visual Shape Recognition», *Psychol. Rev.* **81**, 521-535.
- (1977): «A Purposive Behavior Model», en William E. Hartnett (ed.), *Systems: Approaches, Theories, Applications*, Reidel, Dordrecht-Boston, pp. 159-168.
- MOORE, R. Y. (1976): «Synaptogenesis and the Morphology of Learning and Memory», en Rosenzweig y Bennett, pp. 340-347.
- MORRIS, C. W. (1938): *Foundations of the Theory of Signs. Encyclopedia of Unified Science*, vol. I, University of Chicago Press, Chicago, 1955, pp. 77-137.
- MOUNTCASTLE, V. B. (1957): «Modality and Topographic Properties of Single Neurons of Cat's Somatic Sensory Cortex», *J. Neurophysiol.* **20**, 408-434.
- (1967): «The Problem of Sensing and the Neural Coding of Sensory Events», en Quarten, Melnechuk y Schmitt, pp. 393-408.
- (1975): «The View from Within: Pathways to the Study of Perception», *The Johns Hopkins Med. J.* **136**, 109-131.
- (1978): «Some Neural Mechanisms for Directed Attention», en Buser y Rougeul-Buser, pp. 37-51.
- y T. P. S. POWELL (1959): «Central Nervous Mechanisms Subserving Position Sense and Kinesthesia», *Bull. Johns Hopkins Hosp.* **105**, 173-181.
- MUNN, N. L. (1971): *The Evolution of the Human Mind*, Houghton Mifflin, Boston.
- MYERS, R. D., y C. L. MELCHIOR (1977): «Alcohol Drinking: Abnormal Intake Caused by Tetrahydropapaveroline in Brain», *Science* **196**, 554-556.
- NAGEL, T. (1974): «What is it Like to be a Bat?», *Philosoph. Rev.* **83**, 435-450.
- NASS, M. M., y L. N. COOPER (1975): «A Theory for the Development of Feature Detecting Cells in Visual Cortex», *Cybernetics* **19**, 1-18.
- NEBYLITSYN, V. D., y J. A. GRAY (eds.) (1972): *Biological Basis of Individual Behavior*, Academic Press, New York.
- NEISSER, U. (1963): «The Imitation of Man by Machine», *Science* **139**, 193-197.
- (1967): *Cognitive Psychology*, Appleton-Century-Crofts, New York.
- (1976): *Cognition and Reality*, Freeman, San Francisco.
- O'CONNOR, J. (ed.) (1969): *Modern Materialism: Readings on Mind-Body Identity*, Harcourt, Brace & World, New York.
- O'KEEFE, J., y L. NADEL (1978): *The Hippocampus as a Cognitive Map*, Clarendon Press, Oxford.

- OLDS, J. (1975): «Mapping the Mind onto the Brain», en Worden y otros, pp. 375-400.
 y P. MILLER (1954): «Positive Reinforcement Produced by Electrical Stimulation of Septal Area and Other Regions of Rat Brain», *J. Comp. Physiol. Psychol.* **47**, 419-427.
- OMENN, G. S., y A. G. MOTULSKY (1972): «Biochemical Genetics and the Evolution of Human Behavior», en L. Ehrman, G. S. Omeny y E. Caspari (eds.), *Genetics, Environment and Behavior: Implications for Educational Policy*. Academic Press, New York, pp. 129-172.
- OSTWALD, W. (1902): *Vorlesungen über Naturphilosophie*. Veit, Leipzig.
- PAGANO, R. P., R. M. ROSE, R. M. STIVERS y S. WARRENBERG (1976): «Sleep during Transcendental Meditation», *Science* **191**, 308-310.
- PAILLARD, J. (1976): «Reflexions sur l'usage du concept de plasticité en neurobiologie», *J. psychologie* **73**, 33-47.
- PAIVIO, A. (1971): *Imagery and Verbal Processes*, Holt, Rinehart & Winston, New York.
- PATTERSON, F. (1978): «Conversations with a Gorilla», *National Geographic* **154**, 438-465.
- PAVLOV, I. P. (1955): *Selected Works*, Foreign Languages Publ. House, Moscow.
- PELLIONISZ, A., y R. LIENAS (1979): «Brain Modeling by Tensor Network Theory and Computer Simulation», *Neuroscience* **4**, 323-348.
- PENFIELD, W. (1958): *The Excitable Cortex in Conscious Man*, C. C. Thomas, Springfield, Ill.
 (1966): «Speech, Perception and the Uncommitted Cortex», en Eccles (1966), pp. 216-248.
 (1975): *The Mystery of the Mind: A Critical Study of Consciousness and the Human Brain*, Princeton University Press, Princeton.
 y T. RASMUSSEN (1950): *The Cerebral Cortex of Man*, Macmillan, New York.
- PIPPER, S. (1960): «A Neural-identity Theory of Mind», en Hook, pp. 37-56.
- PEREZ, R., L. GLASS y R. SILBER (1975): «Development of Specificity in the Cat Visual Cortex», *J. Math. Biol.* **1**, 275-288.
- PERKINS, M. (1971): «Matter, Sensation, and Understanding», *Am. Phil. Q.* **8**, 1-12.
- PIAGET, J. (1968): «Explanation in Psychology and Psychophysiological Parallelism», en P. Fraisse y J. Piaget (eds.), *Experimental Psychology*, vol. I, Routledge & Kegan Paul, London, pp. 153-191.
 (1971): *Biology and Knowledge*, University of Chicago Press, Chicago.
 (1976): *Le comportement, moteur de l'évolution*, Gallimard, Paris.
- PINCUS, J. H., y G. J. TUCKER (1974): *Behavioral Neurology*, Oxford University Press, New York.
- PLACE, U. T. (1956): «Is Consciousness a Brain Process?», *Br. J. Psychol.* **XI.VII**, 44-51.
- POLENS, E. (1973): *Critique of the Psycho-Physical Identity Theory*, Mouton, The Hague-Paris.
- POMERANZ, B., R. CHENG y P. LAW (1977): «Acupuncture Reduces Electrophysiological and Behavioral Responses to Noxious Stimuli: Pituitary Is Implicated», *Exp. Neurol.* **54**, 172-178.
- POPPER, K. R. (1972): *Objective Knowledge*, Clarendon Press, Oxford.
 (1974): «Autobiography», en P. A. Schilpp (ed.), *The Philosophy of Karl R. Popper*, libro I, Open Court, La Salle, Ill.
 - y J. C. ECCLES (1977): *The Self and Its Brain*, Springer International, New York.
- POWELL, T. P. S., y V. B. MOUNTCASTLE (1959): «Some Aspects of the Functional Organization of the Cortex of the Postcentral Gyrus of the Monkey: A Correlation of Findings Obtained in a Single Unit Analysis with Cytoarchitecture», *Bull. Johns Hopkins Hosp.* **105**, 133-162.
- POWERS, W. T. (1973): *Behavior: The Control of Perception*, Aldine, Chicago.
- PREMACK, D. (1971): «Language in chimpanzee?», *Science* **172**, 808-822.

- y G. WOODRUFF (1978): «Does the Chimpanzee Have a Theory of Mind?», *Behav. Brain Sci.* **1**, 515-526.
- PRIBRAM, K. (1960): «The Intrinsic Systems of the Forebrain», en J. Field, H. W. Magoum y V. Hall (eds.), *Handbook of Physiology*, vol. II, Am. Physiol. Society, Washington, D. C.
- PRIBRAM, K. H. (1971a): *Languages of the Brain*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J.
 (1971b): «The Realization of mind», *Synthese* **22**, 313-322.
- PRICE, H. H. (1952): «Survival and the Idea of "Another World"», en Smythies (1965a), pp. 1-24.
- PRIESTLEY, J. (1817-1832): *The Theological and Miscellaneous Works*, 25 vols. (J. T. Rutl. ed.) G. Smallfield, London. Ver especialmente *Disquisitions Relating to Matter and Spirit*.
 (1962): *Selections from his Writings* (I. V. Brown, ed.), The Pennsylvania State University Press, University Park, Pa.
- PROVENCE, S., y R. LIPTON (1962): *Infants in Institutions*, International Universities Press, New York.
- PUCCILLI, R. (1973): «Brain Bisection and Personal Identity», *Br. J. Phil. Sci.* **24**, 339-355.
 (1974): «Physicalism and the Evolution of Consciousness», *Can. J. Phil.* supplementary vol. I, part 2, 171-183.
 (1977): «Sperry on Consciousness: A Critical Appreciation», *J. Med. Phil.* **2**, 127-144.
 y R. W. DYKIS (1978): «Sensory Cortex and the Mind-Body Problem», *Behav. Brain Sci.* **1**, 337-346.
- PUTMAN, H. (1960): «Minds and Machines», en Hook, pp. 148-179.
- QUARTON, G. C., T. MILENICHUK y F. O. SCHMITT (eds.) (1967): *The Neurosciences: A Study Program*, Rockefeller University Press, New York.
- QUINE, W. VAN ORMAN (1953): «On Mental Entities», *Proc. Am. Acad. Arts Sci.* **80**, 198-203.
 (1960): *Word and Object*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- QUINTON, A. (1965): «Mind and Matter», en J. R. Smythies (1965a), pp. 201-233.
- RAMÓN Y CAJAL, S. (1923): *Recuerdos de mi vida*, Francisco Beltrán, Madrid.
 (1924): *Historia de mi labor científica*, Alianza Universidad, Madrid, 1981.
- RASHVSKY, N. (1972): «Some Remarks on the Central Nervous System», *Bull. Math. Biophys.* **34**, 231-242.
- REDMOND, D. E., JR., J. W. MASS, A. KLING, C. W. GRAHAM y H. DEKIRMENJIAN (1971): «Social Behavior of Monkeys Selectively Depleted of Monoamines», *Science* **174**, 428-431.
- RISTLE, F. (1971): *Mathematical Models in Psychology: An Introduction*, Penguin, Harmondsworth.
- RITTER, W., R. SIMON, H. G. VAUGHAN, JR., y D. FRIDMAN (1979): «A Brain Event Related to the Making of a Sensory Discrimination», *Science* **203**, 1358-1361.
- ROBINSON, D. N. (1978): *The Mind Unfolded: Essays on Psychology's Historic Texts*, University Publications of America, Washington, D. C.
- ROE, A., y G. G. SIMPSON (eds.) (1958): *Behavior and Evolution*, Yale University Press, New Haven.
- ROMANES, G. J. (1895): *Mind and Motion and Monism*, Longmans, London.
- RORTY, R. (1965): «Mind-Body Identity, Privacy, and Categories», *Rev. Metaphys.* **19**, 24-54.
- ROSE, S. (1976): *The Conscious Brain*, edición actualizada, Vintage Books, New York.
- ROSEN, R. (1974): «Planning, Management, Policies and Strategies», *Int. J. Gen. Systems* **1**, 245-252.
- ROSENBLUTH, A. (1970): *Mind and Brain*, MIT PRESS, Cambridge, Mass.

- y N. Wiener (1950): «Purposeful and Non-Purposeful Behavior», *Phil. Sci.* **17**, 318-326.
- N. WIENER y J. BIGELOW (1943): «Behavior, Purpose and Teleology», *Phil. Sci.* **10**, 18-24.
- ROSENZWEIG, M. R., y E. L. BENNETT (eds.) (1976): *Neural Mechanisms of Learning and Memory*, MIT Press, London-Cambridge, Mass.
- ROTHERNBERG, A., y B. GREENBERG (1976): *The Index of Scientific Writings on Creativity, 1566-1974*, Archon Books, Hamden, Conn.
- RUMBAUGH, D. M., T. V. GILL, y E. VON GLASERSFELD (1973): «Reading and Sentence Completion by a Chimpanzee (*Pan*)», *Science* **182**, 731-733.
- RUSSELL, B. (1921): *The Analysis of Mind*, George Allen & Unwin, London.
- (1959): *My Philosophical Development*, cap. 2, George Allen & Unwin, London.
- RUTLEDGE, L. T. (1976): «Synaptogenesis: Effects of Synaptic Use», en Rosenzweig y Bennett, pp. 329-339.
- RYLE, G. (1949): *The Concept of Mind*, Hutchinson, London.
- (1954): *Dilemmas*, Cambridge University Press, Cambridge.
- SACKS, O. (1976): *Awakenings*, ed. rev., Vintage Books, New York.
- SAVAGE-RUMBAUGH, E. S., D. M. RUMBAUGH y S. BOYSEN (1978a): «Symbolic Communication Between Two Chimpanzees (*Pan troglodytes*)», *Science* **201**, 641-644.
- (1978b): «Linguistically Mediated Tool Use and Exchange by Chimpanzees (*Pan troglodytes*)», *Behav. Brain Sci.* **1**, 539-554.
- SAYRE, K. (1976): *Cybernetics and the Philosophy of Mind*, Humanities Press, Atlantic Highlands, N. J.
- SCHACHTER, S. (1964): «The Interaction of Cognitive and Physiological Determinants of Emotional States», en Berkovitz.
- y J. F. SINGER (1962): «Cognitive, Social, and Physiological Determinants of Emotional States», *Psychol. Rev.* **69**, 379-399.
- SCHIAPPO, S., M. SALAS y K. VUKOVICH (1970): «Hormonal Effects on Ontogeny of Swimming Ability in the Rat: Assessment of Central Nervous System Development», *Science* **168**, 147-151.
- SCHARRER, E., y B. SCHARRER (1963): *Neuroendocrinology*, Columbia University Press, New York.
- SCHLICK, M. (1925): *General Theory of Knowledge*, trad. A. E. Blumberg, Springer-Verlag, Vienna-New York, 1974.
- SCHMITT, F. O. (1967): «Molecular Parameters Brain Function», en J. D. Roslansky (ed.), *The Human Mind*, North-Holland, Amsterdam, pp. 111-138.
- (ed.) (1970): *The Neurosciences: Second Study Program*, Rockefeller University Press, New York.
- G. QUARTON y T. MELNECHUK (eds.) (1967): *The Neurosciences: An Intensive Study Program*, Rockefeller University Press, New York.
- SCHNEIERLA, T. C. (1949): «Levels in the Psychological Capacities of Animals», en Sellars y otros, pp. 243-286.
- SCHWARTZ, E. L. (1977): «Spatial Mapping in the Primate Sensory Projection: Analytic Structure and Relevance to Perception», *Biol. Cybernetics* **25**, 181-194.
- SCOTT, T. R., y D. A. POWELL (1963): «Measurement of a Visual Motion After-Effect in the Rhesus Monkey», *Science* **140**, 57-59.
- SEBEOK, T. A., (ed.) (1977): *How Animals Communicate*, Indiana University Press, Bloomington, Ind.
- SELLARS, R. W. (1922): *Evolutionary Naturalism*, Open Court, Chicago.
- (1963): *Science, Perception and Reality*, Routledge & Kegan Paul, London.
- (1965): «The Identity Approach to the Mind-Body Problem», *Rev. Metaphys.* **18**, 430-451.
- V. J. MCGILL y M. FARBER (eds.) (1949): *Philosophy for the Future: The Quest of Modern Materialism*, Macmillan, New York.

- SELLARS, W. (1975): «The Adverbial Theory of the Objects of Sensations», *Metaphil.* **6**, 144-160.
- SHAFFER, J. A. (1977): «Personal Identity: The Implications of Brain Bisection and Brain Transplants», *J. Med. Phil.* **2**, 147-161.
- SHALLICE, T. (1972): «Dual Functions of Consciousness», *Psychol. Rev.* **79**, 383-393.
- SHERRINGTON, C. (1906): *The Integrative Action of the Nervous System*, Charles Scribner's Sons, New York.
- SIEGEL, R. K., y L. J. WEST (eds.) (1975): *Hallucinations: Behavior, Experience and Theory*, Wiley, New York.
- SKINNER, B. F. (1953): *Science and Human Behavior*, Free Press, New York.
- SMART, J. J. C. (1959): «Sensations and Brain Processes», *Phil. Rev.* **68**, 141-156.
- (1963): *Philosophy and Scientific Realism*, Routledge & Kegan Paul, London.
- SMITH, W. JOHN (1965): «Message, Meaning, and Context in Ethology», *Am. Nat.* **99**, 405-409.
- SMYTHIES, J. R. (ed.) (1965a): *Brain and Mind*, Routledge & Kegan Paul, London.
- (1965b): «The Representative Theory of Perception», en Smythies (1965a), páginas 241-264.
- SNYDER, S. (1974): *Madness and the Brain*, McGraw-Hill, New York.
- SOMMERHOFF, G. (1974): *Logic of the Living Brain*, Wiley, New York.
- SOURDIS, T. (1962): *Biochemistry of Mental Disease*, Harper & Row, New York.
- SPERRY, R. W. (1964): «Neurology and the Mind-Body Problem», en R. Isaacson (ed.), *Basic Readings in Neuropsychology*, Harper & Row, New York, pp. 403-429.
- (1966): «Brain Bisection and Mechanisms of Consciousness», en Eccles (1966), pp. 299-293.
- (1969): «A Modified Concept of Consciousness», *Psychol. Rev.* **76**, 532-536.
- (1970): «An Objective Approach to Subjective Experience: Further Explanation of a Hypothesis», *Psychol. Rev.* **77**, 585-590.
- (1974): «Lateral Specialization in the Surgically Separated Hemispheres», en F. O. Schmitt y F. G. Worden (eds.), *3rd Neurosciences Program*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- (1976): «Mental Phenomena as Causal Determinants in Brain Function», en Globus y otros, pp. 163-177.
- (1977a): «Forebrain Commissurotomy and Conscious Awareness», *J. Med. Phil.* **2**, 101-126.
- (1977b): «Reply to Professor Puccetti», *J. Med. Phil.* **2**, 145-146.
- SPICKER, S. F., y H. T. ENGELHARDT, Jr. (eds.) (1976): *Philosophical Dimensions of the Neuro-medical Sciences*, Reidel, Dordrecht-Boston.
- SPINELLI, D. N., y F. E. JENSEN (1978): «Plasticity: The Mirror of Experience», *Science* **203**, 75-78.
- STENT, G. S. (1973): «A Physiological Mechanism for Hebb's Postulate of Learning», *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **70**, 997-1001.
- SUTHERLAND, N. S. (1970): «Is the Brain a Physical System?», en R. Borger y F. Cioffi (eds.), *Explanation in the Behavioral Sciences*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 97-122.
- SZENTÁGOTAI, J. (1978): «The Neuron Network of the Cerebral Cortex», *Proc. Roy. Soc. London B* **201**, 219-248.
- y M. A. ARBB (1974): «Conceptual Models of Neural Organization», *Neurosci. Res. Program. Bull.* **12**, 307-510.
- TAYLOR, C. (1964): *The Explanation of Behaviour*, Routledge & Kegan Paul, London.
- TAYLOR, J. (1976): «The Advantage of Spacing-out», *J. Theoret. Biol.* **59**, 485-490.
- TAYLOR, J. G., y E. BALANOVSKI (1979): «Are there any Scientific Explanations of the Paranormal?», *Nature* **279**, 631-633.
- THOM, R. (1972): *Stabilité structurelle et morphogénèse*, W. A. Benjamin, Reading, Mass.
- THOMPSON, R. F. (1975): *Introduction to Physiological Psychology*, Harper & Row, New York.

- THORPE, W. H. (1966): «Ethology and Consciousness», en Eccles (1966), pp. 470-505.
- TIBRETTIS, P. (1972): «Popper's Critique of the Instrumentalist Account of Theories and Theoretical Terms», *Southern J. Phil.* **10**, 57-70.
- TINBERGEN, N. (1965): «Behavior and Natural Selection», en J. A. Moore (ed.), *Ideas in Modern Biology*, Natural History Press, Garden City, N. Y., pp. 521-545.
- TOULMIN, S. (1971): «Brain and Language: A Commentary», *Synthese* **22**, 369-395.
- (1972a): *Human Understanding*, Princeton University Press, Princeton.
- (1972b): «The Mentality of Man's Brain», en A. G. Karczmar y J. C. Eccles (eds.) *Brain and Human Behavior*, Springer-Verlag, New York-Heidelberg-Berlin.
- TURING, A. M. (1950): «Computing Machinery and Intelligence», *Mind* **59**, 433-460.
- UTTAL, W. R. (1978): *The Psychobiology of Mind*, Erlbaum, Hillsdale, N. J.
- VALDÉS, M. (1979): «Sentidos del término "conciencia"», en Fernández-Guardiola, 1979a, pp. 21-33.
- VISEY, G. N. A. (ed.) (1964): *Body and Mind*, George Allen & Unwin, London.
- (1965): *The Embodied Mind*, George Allen & Unwin, London.
- VIGOTSKII, L. S. (1962): *Thought and Language*, trad. E. Hanfman y G. Vakar, MIT Press, Cambridge, Mass.
- VINOGRADOVA, O. (1970): «Registration of Information and the Limbic System», en G. Horn y R. A. Hinde (eds.), *Short Term Changes in Neural Activity and Behavior*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 95-140.
- VOLLMER, G. (1975): *Evolutionäre Erkenntnistheorie*, S. Hirzel, Frankfurt.
- VON FOERSTER, H. (1965): «Memory without Records», en D. P. Kimble (ed.), *The Anatomy of Memory*, Science and Behavior Books, Palo Alto, Calif., pp. 388-433.
- WADE SAVAGE, C. (1976): «An Old Ghost in a New Body», en *Globus y otros*, pp. 125-153.
- WALLEY, R. E., y T. D. WEIDEN (1973): «Lateral Inhibition and Cognitive Masking: A Neuropsychological Theory of Attention», *Psychol. Rev.* **80**, 284-302.
- WATANABE, S. (1975): «Can the Cognitive Process Be Totally Mechanized?», en Cheng, pp. 182-199.
- WEIZENBAUM, J. (1976): *Computer Power and Human Reason*, W. H. Freeman, San Francisco.
- WEIKER, W. (1976): «Brain Evolution in Mammals», en Masterton y otros (1976a), pp. 251-343.
- WERNER, G. (1970): «The Topology of the Body Representation in the Somatic Afferent Pathway», en F. O. Schmitt (ed.), *The Neurosciences: Second Study Program*, Rockefeller University Press, New York, pp. 605-616.
- WHEWELL, A. N. (1920): *The Concept of Nature*, Cambridge University Press, Cambridge.
- WILCKELGREN, W. A. (1974): «Strength/Resistance Theory of the Dynamics of Memory Storage», en D. H. Krantz y otros, *Contemporary Developments in Mathematical Psychology*, vol. I: *Learning, Memory, and Thinking*, W. H. Freeman, San Francisco, pp. 208-242.
- WIESEL, E. N., y D. H. HUBEL (1965): «Comparison of the Effects of Unilateral and Bilateral Eye Closure on Cortical Unit Responses in Kittens», *J. Neurophysiol.* **28**, 1029-1040.
- WILSON, H. R. (1975): «A Synaptic Model for Spatial Frequency Adaptation», *J. Theoret. Biol.* **50**, 327-352.
- y J. D. COWAN (1973): «A Mathematical Theory of the Functional Dynamics of Cortical and Thalamic Nervous Tissue», *Kybernetik* **13**, 55-80.
- WITTGENSTEIN, L. (1967): *Zettel*, ed. por G. E. M. Anscombe y G. H. von Wright, Blackwell, Oxford.
- WOLPE, J. (1978): «Cognition and Causation in Human Behavior and its Therapy», *American Psychologist* **33**, 437-446.

- WOOLLACOTT, M., y G. HOYLE (1977): «Neural Events Underlying Learning in Insects: Changes in Pacemaker», *Proc. R. Soc. Lond.* **B 195**, 395-415.
- WORDEN, F. G., J. P. SWAZEY y G. ADELMAN (eds.) (1975): *The Neurosciences: Paths of Discovery*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- WRIGHT, G. H. VON (1971): *Explanation and Understanding*, Cornell University Press, Ithaca, N. Y.
- YOUNG, J. Z. (1965): «The Organization of a Memory System», *Proc. R. Soc.* **B 163**, 285-320.
- (1971): *An Introduction to the Study of Man*, Clarendon Press, Oxford.
- (1973): «Memory as a Selective Process», en Australian Academy of Science, *Report: Symposium on Biological Memory*, Canberra, pp. 25-45.
- (1978): *Programs of the Brain*, Oxford University Press, Oxford.
- ZAJONC, R. B. (1980): «Preferences Need No Inferences», *American Psychologist* **35**, 151-175.
- ZANGWILL, O. L. (1976): «Thought and the Brain», *Brit. J. Psychol.* **67**, 301-314.
- ZELMAN, E. C. (1965): «Topology of the Brain», en Medical Research Council, *Mathematics and Computer Science in Biology and Medicine*, Her Majesty's Stationery Office, London, pp. 277-292.
- ZIEDINS, R. (1971): «Identification of Characteristics of Mental Events with Characteristics of Brain Events», *Am. Phil. Q.* **8**, 13-23.

- Ramón y Cajal, S.: 9, 10, 20, 26, 51, 76, 249.
 Rashevsky, N.: 71, 249.
 Rasmussen, T.: 125.
 Rebec, G. V.: 104.
 Redmond, Jr., D. E.: 206, 249.
 Restle, F.: 177, 249.
 Ritter, W.: 181, 249.
 Roe, A.: 140, 249.
 Romanes, G.: 49, 249.
 Rorty, R.: 26, 51, 249.
 Rosenblueth, A.: 167, 249.
 Rosenzweig, M. R.: 168, 250.
 Rumbaugh, D. M.: 215, 250.
 Russell, B.: 26, 27, 124, 195, 250.
 Rutledge, L. T.: 76, 250.
 Ryle, G.: 80, 111, 250.
- Sacks, O.: 118, 250.
 Savage-Rumbaugh, E. S.: 215, 250.
 Scott, A. C.: 135, 236, 250.
 Schachter, S.: 182, 211, 250.
 Schapiro, S.: 64, 250.
 Scharrer, B.: 57, 250.
 Scharrer, E.: 57, 250.
 Schlick, M.: 26, 50, 110, 250.
 Schneirla, T. C.: 26, 51, 250.
 Schwartz, E.: 128, 250.
 Sebeok, T. A.: 212, 250.
 Sellars, W.: 34, 250.
 Shaffer, J.: 203, 250.
 Shallice, T.: 51, 250.
 Sherrington, C.: 49, 62, 76, 89, 175, 251.
 Siegel, R. K.: 104, 132, 251.
 Simpson, G. G.: 140.
 Singer, J. E.: 211.
 Skinner, B. F.: 26, 104, 251.
 Smart, J. J. C.: 26, 49, 50, 51, 110, 251.
 Smith, W. J.: 212, 251.
 Smythies, J. R.: 24, 32, 251.
 Sócrates: 47.
 Spencer, H.: 23.
 Sperry, R.: 26, 36, 51, 102, 192, 251.
 Spinelli, D. N.: 76, 251.
 Spinoza, B.: 26, 36, 48.
 Sutherland, N. S.: 51, 251.
 Szentágothai, J.: 70, 251.
- Takeuchi, A.: 159.
 Tamura, M.: 141.
 Tanzi, A.: 9, 76.
 Taylor, C.: 93, 251.
 Taylor, J.: 228, 251.
 Thompson, R. F.: 44, 88, 159, 251.
 Thorpe, W. H.: 209, 252.
 Tinbergen, N.: 140, 141, 252.
 Tolman, E. C.: 234, 235.
 Toulmin, S.: 26, 51, 252.
 Turing, A.: 26, 79, 80, 252.
- Uttal, W. R.: 51, 252.
- Valdés, M.: 111, 252.
 Vesey, G. B. A.: 24, 252.
 Vogt, K.: 26, 48.
 Vollmer, G.: 252.
- Wade Savage, C.: 42, 252.
 Watanabe, S.: 82, 252.
 Watson, J. B.: 26, 233, 234.
 Weiss, K. R.: 58.
 Weizenbaum, J.: 82, 178, 252.
 Welker, W.: 138, 252.
 West, L. J.: 104, 132.
 Whitehead, A. N.: 26, 124, 177, 186, 252.
 Wickelgren, W. A.: 154, 252.
 Wiesel, T. N.: 56, 116, 119, 128, 171.
 Wilson, F.: 206, 210.
 Wilson, H. R.: 90, 128, 129, 252.
 Wisdom, J.: 20.
 Wittgenstein, L.: 12, 20, 26, 108, 214, 252.
 Wolpe, J.: 51, 252.
 Woollacott, M.: 161, 252.
 Worden, F. G.: 20, 252.
 Wright, G. H. von: 228, 252.
- Young, J. Z.: 51, 81, 152, 153, 154, 158, 252.
- Zajonc, R. B.: 145, 252.
 Zangwill, O.: 42, 51, 252.
 Zeigler, C. G.: 145.

INDICE DE NOMBRES

- Ackoff, R. L.: 165, 239.
 Adrián, E. D.: 235.
 Agassi, J.: 33, 239.
 Agustín, San: 26.
 Amari, S. I.: 91, 159, 239.
 Anderson, J. A.: 154, 239.
 Anscombe, G. E. M.: 20.
 Aquino, Sto. Tomás de: 26.
 Arbib, M.: 70, 154, 239.
 Aristóteles: 47.
 Armstrong, D.: 24, 26, 42, 49, 50, 51, 239.
 Aronfred, J.: 196.
 Austin, J. L.: 20.
 Avenarius, R.: 124.
 Averroes: 47.
 Ayer, Sir A. J.: 26, 239.
- Balanovski, E.: 93.
 Bandura, A.: 104, 196, 239.
 Baranyi, A.M.: 76, 239.
 Barber, T. X.: 102, 239.
 Barbour, I. G.: 32, 239.
 Barret, P. H.: 39, 49.
 Bartlett, F. C.: 153, 239.
 Bechtereva, N. P.: 56, 239.
 Beloff, J.: 32, 239.
 Bennett, E. L.: 168, 239.
 Bergson, H.: 131.
 Berkeley, G.: 26.
 Bindra, D.: 17, 26, 36, 37, 44, 51, 56, 61, 70, 95, 120, 154, 175, 236, 240.
 Bishop, G.: 55, 239.
 Blakemore, C.: 51, 132, 240.
 Bogen, J. E.: 103, 240.
 Borst, C. V.: 24, 240.
 Brandt, R.: 98, 240.
 Brecht, B.: 208.
- Broad, C. D.: 26, 32, 240.
 Brown, I. V.: 31, 240.
 Büchner, L.: 48.
 Bullock, T.: 17, 51, 55, 56, 70, 240.
 Bunge, M.: 24, 33, 37, 41, 42, 52, 78, 79, 82, 89, 147, 151, 216, 228, 230, 233, 236, 240.
 Cabanis, G.: 26.
 Calvin, W. H.: 241.
 Campbell, F. W.: 132.
 Carnap, R.: 26, 124.
 Cartwright, D. S.: 204, 241.
 Clarke, W. N.: 82, 241.
 Cooper, L.: 90, 128, 242.
 Cotman, C. W.: 76, 241.
 Cowan, J.: 76, 90, 128, 129, 132, 241.
 Craik, K. J. W.: 51, 56, 241.
 Culbertson, J. T.: 27, 241.
- Chardin, P. T. de: 26.
 Cheng, C.-Y.: 24, 241.
 Chisholm, R. M.: 189, 241.
 Chomsky, N.: 15, 140, 215, 241.
 Darwin, C.: 26, 39, 48, 49, 216.
 Davidson, D.: 98, 111, 242.
 Davis, W. J.: 70.
 Delgado, J. M. R.: 168, 242.
 Descartes, R.: 26, 41, 47, 48, 101, 125, 189, 242.
 Diamond, M. C.: 168, 242.
 Diderot, D.: 26, 48.
 Dimond, S. J.: 192, 242.
 Doty, R. W., Sr.: 42, 51, 192, 242.
 Dreyfus, H.: 82.
 Du Bois-Reymond, E.: 23.
 Ducasse, C. J.: 32, 242.
 Dunn, A. J.: 161, 242.
 Dykes, R. W.: 71.

- Eccles, Sir J. C.: 24, 26, 27, 36, 39, 41, 48, 51, 62, 80, 101, 170, 185, 192, 201, 242.
 Edelman, G. M.: 51, 192, 242.
 Emery, F. M.: 165, 239.
 Engels, F.: 48.
 Epicuro: 26, 46.
 Erickson, C. J.: 141, 242.
 Ermentraut, G. B.: 132, 242.
 Escher, M.: 132.
 Estes, W. K.: 162, 242.

 Fehér, O.: 76.
 Feigl, H.: 24, 26, 42, 49, 50, 110, 242.
 Fentress, J. C.: 70, 158, 242.
 Fernández-Guardiola, A.: 192, 242.
 Feuerbach, L.: 48, 243.
 Feyerabend, P. K.: 26.
 Fichte, J. G.: 26, 199.
 Fielding, H.: 167.
 Filón: 26.
 Flor-Henry, P.: 190, 243.
 Fodor, J. A.: 109, 243.
 Foerster, H. von: 154.
 Freeman, R. D.: 55, 70, 243.
 Freud, S.: 26, 49, 189, 190, 195, 206.

 Galeno: 46.
 Gandelman, R.: 141, 243.
 Gardner, B. T.: 214, 243.
 Gardner, R. A.: 214, 243.
 Gazzaniga, M. S.: 103, 243.
 Giacobini, E.: 76, 243.
 Gibson, J. J.: 132, 243.
 Globus, G. G.: 24, 243.
 Glover, J.: 24, 243.
 Goldin-Meadow, S.: 214, 243.
 Goodman, N.: 124, 243.
 Goody, J.: 220, 243.
 Gosland, D. A.: 196, 243.
 Gray, J. A.: 51, 110, 204, 243.
 Gray Eaton, G.: 217, 243.
 Greco, J. G.: 162, 243.
 Greenough, W. T.: 76, 243.
 Gregory, F.: 48, 132, 133, 243.
 Gregory, R. L.: 123, 244.
 Griffin, D. R.: 190, 244.
 Gross, C. G.: 145, 244.
 Groves, P. M.: 104, 159, 244.
 Gruber, H.: 39, 49, 244.
 Hamilton, W. D.: 209, 244.
 Hampshire, S.: 24, 244.
 Hansel, C. E. M.: 122, 244.
 Harlow, H. F.: 158, 244.
 Hartmann, E. von: 195.
 Heath, R. G.: 143, 244.
 Hebb, D. O.: 9, 10, 15, 26, 36, 44, 50, 51, 62, 70, 76, 110, 119, 154, 155, 159, 175, 197, 244.
 Hegel, G. W. F.: 26, 186, 199.
 Hein, A.: 119.
 Held, R.: 119, 244.
 Herrick, C. J.: 51, 244.
 Hinde, R. A.: 205, 244.
 Hipócrates: 20, 46, 211, 244.
 Hobbes, T.: 26, 48.
 Hobson, J. A.: 135, 244.
 Holbach, P. H. d': 13, 48.
 Hoyle, G.: 141, 158, 161, 165, 244.
 Hubel, D. H.: 56, 116, 119, 128, 171, 244.
 Hull, C.: 235, 245.
 Hume, D.: 23, 48, 63, 195, 203.
 Humphrey, G.: 234, 245.
 Huxley, T. H.: 26.

 Ingvar, D. H.: 245.

 Jackson, H.: 26.
 James, W.: 26, 245.
 Jensen, F. F.: 76.
 Jerison, H. J.: 51, 67, 245.
 John, E. R.: 60, 245.
 Jones, E.: 63, 98, 245.

 Kandel, E. R.: 55, 70, 158, 245.
 Kant, I.: 63.
 Kawai, M.: 217, 245.
 Kepler, J.: 125.
 Kety, S.: 103, 245.
 Keith, H.: 186, 245.
 Kim, J.: 98, 245.
 Kneale, W.: 51, 245.
 Kohlberg, L.: 196.
 Konorski, J.: 59, 245.
 Koob, G. F.: 163, 245.
 Kortland, A.: 209, 245.
 Koshland, D. E., Jr.: 152, 245.
 Kripke, S.: 110, 111, 245.
 Kupfermann, I.: 58, 158, 245.

- La Mettrie, J. O.: 13, 48, 245.
 Lashley, K.: 26, 229, 234, 246.
 LeDoux, J. E.: 103.
 Lehrman, D. S.: 141.
 Leibniz, G. W.: 26.
 Lenneberg, E. H.: 216, 246.
 Leontiev, A. N.: 64.
 Lettvin, J. Y.: 116, 118, 246.
 Levine, M.: 163, 246.
 Levy, J.: 180, 246.
 Lewis, E. R.: 35, 71.
 Lieberman, P.: 215, 246.
 Liebeskind, J. C.: 117, 246.
 Lipton, S.: 168.
 Locke, J.: 31, 48, 246.
 Lorente de Nó, R.: 235.
 Lorenz, K.: 206, 246.
 Lotze, R. H.: 26.
 Lucrecio: 26, 27, 46.
 Ludwig, J.: 40.
 Luria, A. R.: 64, 169, 195, 197, 219, 220, 246.

 Llinás, R.: 17, 42, 59, 103, 246.

 MacCorquodale, K.: 235.
 MacGregor, R. J.: 35, 71, 246.
 MacKay, D.: 81, 246.
 Mach, E.: 26, 124, 158.
 Magoun, H. W.: 60, 176, 246.
 Malcolm, N.: 110, 215, 246.
 Malsburg, G. von der: 76, 128, 246.
 Margolis, J.: 24, 26, 80, 246.
 Marler, P.: 141, 246.
 Marr, D.: 90, 247.
 Marx, K.: 48.
 Masterton, R. B.: 66, 247.
 Matthisse, S.: 103.
 McCarley, R. W.: 135.
 McCulloch, W. S.: 80, 91, 175, 246.
 McDougall, W.: 26, 165, 246.
 Meehl, P.: 34, 235, 247.
 Menzel, E. W., Jr.: 217, 247.
 Metzler, J.: 128, 247.
 Meyer, D. R.: 190, 247.
 Milner, P.: 44, 118, 123, 167, 247.
 Miller, G. A.: 137, 178, 247.
 Miller, N.: 101, 247.
 Moleschott, J.: 48.
 Moore, R. Y.: 76, 162, 247.
 Morris, C. W.: 212, 247.

 Motulsky, A. G.: 104.
 Mountcastle, V. B.: 51, 56, 70, 155, 192, 247.
 Myers, R. D.: 139, 247.

 Nadel, L.: 235.
 Nagel, T.: 124, 125, 247.
 Nass, M. M.: 90, 128, 247.
 Nauta, W.: 70.
 Neisser, U.: 82, 247.

 O'Connor, J.: 24, 247.
 O'Keefe, J.: 125, 235, 247.
 Olds, J.: 51, 118, 144, 248.
 Omenn, G. S.: 104, 248.
 Ostwald, W.: 27, 248.

 Pagano, R. P.: 176, 248.
 Paillard, J.: 64, 248.
 Paivio, A.: 213, 248.
 Parménides: 124.
 Patterson, F.: 214.
 Paul, L. A.: 117.
 Pavlov, I. P.: 89, 158, 179, 248.
 Pears, D.: 20.
 Peirce, C. S.: 234.
 Penfield, W.: 9, 26, 51, 107, 125, 170, 248.
 Pérez, R.: 17, 128, 248.
 Piaget, J.: 15, 51, 63, 201, 248.
 Pitts, W. H.: 91, 175.
 Place, U. T.: 49, 51, 248.
 Platón: 26, 46, 47, 186.
 Plotino: 32.
 Poincaré, H.: 16.
 Polten, E.: 32, 248.
 Pomeranz, B.: 118, 248.
 Popper, Sir K. R.: 24, 26, 27, 39, 48, 49, 51, 101, 185, 186, 192, 201, 248.
 Powell, T. P. S.: 56, 135, 248.
 Powers, W. T.: 139, 248.
 Premack, D.: 215, 248.
 Pribram, K. H.: 55, 76, 134, 197, 249.
 Price, H. H.: 32, 249.
 Priestley, J.: 31, 48, 249.
 Provence, S.: 168, 249.
 Puccetti, R.: 26, 70, 103, 203, 249.
 Putnam, H.: 49, 80, 249.

 Quine, W. V.: 26, 34, 51, 249.
 Quinton, A.: 42, 249.

INDICE DE MATERIAS

- Acción. 25, 199.
Actividad del SNC, 86-113.
—espontánea, 89-91.
—concepción autogénica, 89.
—concepción causal, 89.
Adaptación visual, 129-130.
Advertencia, 189-190.
Agresión, 206.
Ambigüedad, 121, 132, 174.
Animismo, 26-27, 31, 46-47.
Aprendizaje, 156-163.
—cualitativo, 159-160.
—cuantitativo, 159-160.
—modelo estocástico del, 161-162.
Atención, 149-150.
Auto, 199-201.
 advertencia, 200-201.
 —conciencia, 86, 200-201.
 —organización, 74-75.

Biología, 45.
Biosistema de información, 69, 77-78.
Biovalor, 146, 162.

Capacidades heredadas, 140-142, 167-170. *Ver también* Debate naturaleza-alimentación.
Causación, 41, 192, 194, 228.
Cerebro dividido, 102-103, 203-204. *Ver* Comisurotomía.
Código, 68-69.
Cognición, 84-87, 172-175.
Comisurotomía, 102.
Computador, 35. *Ver también* Inteligencia artificial.
Comunicación, 212-216.
Concepción autogénica de la actividad del SNC, 89.
 —causal de la actividad del SNC, 89.
Conciencia, 189-196.
 —colectiva, 195-196.
 —grados de, 193-196.
Conducta, 44, 52, 136-146.
 —adaptativa, 182.
 —cooperativa, 209-210.
 —dirigida a un propósito, 166.
 —elástica, 142.
 —innata, 165-166.
 —modificación de, 103-104.
 —Plan de, 137.
 —plástica, 141.
 —social, 205-221.
Conductismo, 15, 54, 157, 233-235.
Conexividad, 72-74, 90-91. *Ver también* Plasticidad.
Conformidad, 211-212.
Conocimiento, 33, 86, 179-181. *Ver también* Cognición.
Control, 84-85.
Cooperación, 208-210.
Correlación mente-cerebro, 25, 37, 97.
Cosa en sí misma, 123.
Creaciones de la mente humana, 185-188.
Creatividad, 182-185, 218.
Crecencia, 174.
Criterios de lo mental, 112.
Cultura, 187, 218.

Dato, 139.
Decisión, 180-181.
Deseo, 196-198.
 —libre, 197.
Desorden mental, 39, 93, 97.
Desviados, 211-212.
Detector, 115.

- Dualismo psicofísico, 24-27, 31-42, 52-53, 147-148, 166-167, 170, 177, 224, 228-229. *Ver también* Mentalismo.
- Economía, 216.
- Ego. *Véase* Yo.
- Elección, 148-149.
- Emergencia, 28-30, 36, 237.
- Emoción, 86, 105, 182.
- Energetismo, 27.
- Epifenomenalismo, 25-26, 32.
- Espacialidad de los sucesos mentales, 106-108.
- Espontaneidad, 185, 199.
- Estado, 25, 43, 53-55, 92-113.
de actividad, 87-88.
espacio de, 53, 97.
función de, 86-92.
- Estímulo-respuesta, psicología del, 90, 199, 222-223. *Ver también* Conductismo.
- Evaluación, 146. *Ver también* Valor.
- Evento, 25, 45. *Ver también* Proceso.
- Evolución, 65-66, 146.
teoría de la, 39, 45.
- Expectación, 164-165.
- Experiencia exosomática, 134-135.
subjetiva, 201.
- Explicación, 32-33, 105, 157, 162-163, 222-228.
- Familia, 207.
- Formación de proposiciones, 173.
- Frenología, 203.
- Función.
cerebral, 84-113.
matemática, 237.
- Genoma, 64.
- Habitación, 158-159.
- Hipótesis, 43.
- Holismo, 59.
- Humanidad, 218.
- Idea, 188. *Ver también* Concepto, Pensamiento.
- Idealismo, 26, 30.
- Ideas innatas, 169.
- Identidad personal, 204.
- Ideología, 21, 41, 229.
- Imágenes, 155. *Ver también* Sueño.
- Impulso (*Drive*), 143-144.
- Inconsciente, 194-195.
- Independencia mente-cerebro, 26, 30.
- Inferencia, 175.
- Inhibición, 29.
- Inteligencia artificial, 177-178. *Ver también* Computador.
- Interacción mente-cerebro, 35, 43.
- Interaccionismo, 25-26, 30, 101. *Ver también* Descartes, Eccles, Popper.
- Lenguaje, 213-216.
ordinario, 20, 32, 91.
- Ley de la potencia de Stevens, 88.
de Lashley, 59.
neurológica, 112.
psicofísica, 112.
- Mapa del mundo exterior, 127.
- Mapa perceptual, 124-128.
- Máquina, 78. *Ver también* Computador.
- Máquina de Turing, 79.
- Matemáticas en psicología, 53, 236.
- Materialismo,
dialéctico, 49.
eliminativo, 25-27, 30-31, 224.
emergentista, 26-31, 42-46, 224-232.
reduccionista, 26-28, 30-31, 49, 224.
- Medios, 167-168.
- Meditación, 106, 176.
- Memoria, 151-156.
Modelos de, 153-154.
- Mental, 92-113.
- Mentalismo, 223-230. *Ver también* Dualismo.
- Mente, 92-113.
- Miembro fantasma, 133.
- Monismo, 26.
neutral, 26-27, 30, 49.
psicofísico, 24, 27-28, 53-54. *Ver también* Materialismo.
- Mono, comparación con el hombre, 218-219.
- Naturaleza-alimentación, debate, 167-170, 206-207.
- Neurociencia, 20, 45, 50, 225, 231-232.
- Neurona, 54-62.
- Neuronismo, 58.
- Nurosensor, 115-116.

- Objeción granular, 34, 71.
- Objetivo. *Ver* Propósito.
- Ontología, 41, 50, 238.
- Oración, 173.
- Paralelismo psicofísico, 24-26, 30.
- Parentesco, 216.
- Pensamiento racional, 176, 220.
- Pensar, 171-182.
- Percepción, 114, 120-135.
del tiempo, 130-131.
extrasensorial (PES), 32, 93.
- Persona, 202-204.
- Personalidad, 202-204.
- PES. *Ver* Percepción extrasensorial.
- Pexgo, 56. *Ver* Psicón.
- Plasticidad neural, 64, 74-76.
- Pluralismo, 30, 36.
- Política, 218.
- Postsensación, 134.
- Predicado,
fenomenalista, 34, 108-112.
mentalista, 108-112.
- Preferencia, 148.
- Presión social, 211.
- Problema mente-cerebro, 19-20, 23-24.
- Proceso, 87-89.
- Propiedad emergente, 71.
- Propósito, 166-168, 213.
- Protocultura, 216.
- Protoeconomía, 216.
- Protopolítica, 216.
- Psicoanálisis, 39, 98.
- Psicobiología, 223-228.
- Psicokinesis, 35.
- Psicología, 44, 49-50, 222-236.
- Psicón, 56, 75.
- Psicovalor, 147.
- Psiquiatría, 34.
- Receptor químico, 115.
- Reconocimiento, 179.
de modelos, 137.
de pautas, 137.
- Reducción, 111, 205, 208.
- Reduccionismo,
epistemológico, 31.
ontológico, 31.
- Relación social, 207-210.
- Religión, 31, 46.
- Religión cristiana, 31, 46-47.
- Repertorio de conducta, 137-138, 205-207.
- Representación somatotópica, 107.
- Sensación, 114-118.
- Sensorial,
--estimulación, 90.
privación, 90.
- Sentimiento, 86, 105, 126.
- Sinapsis, 71-73, 90-91.
- Sistema, 52, 186, 238.
de información, 68-69.
neural, 70-77.
--perceptual, 121.
sensorial, 116-117.
social, 207-221.
- Sistema nervioso, 69. *Ver también* SNC.
- Sistema nervioso central (SNC), 52-77.
- Sistema neural comprometido, 73.
- Sistema neuroendocrino (SNE), 57.
- Sistemismo, 59-63.
- SNC. *Ver* Sistema nervioso central.
- SNE. *Ver* Sistema neuroendocrino.
- Sociedad, 208, 216-218.
Buena, 220-221.
Humana, 218.
- Sociosistema, 207-212.
- Solidaridad, 209-210.
- Steven, Ley de la potencia, 88.
- Sueño, 134-135, 155.
- Teleología, 142-143, 165-166, 228.
- Telepatía, 93.
- Teoría,
científica, 41, 43-44.
de la identidad, 44, 92-113.
de la información, 38, 69.
de la verdad como correspondencia, 179-180.
tipo caja negra, 235.
- Unidad neural, 54-58.
- Valor, 146-148.
- Volición. *Ver* Deseo.
- Yo, 199.
- Yoga, 101, 104.