

en la médula espinal al menos sesenta y dos, distribuidos en treinta y un pares que cada uno corresponden á un par de nervios espinales. Son otros tantos organillos distintos, que enlazados unos á otros, se impresionan mutuamente, y en estado normal, tocan de concierto, como una buena orquesta.—Semejante mecanismo excede con mucho á todos cuantos podemos construir ó aun imaginar. Sin embargo, existe y opera. En la rana á la que se ha quitado el cerebro, si se pincha ó cauteriza una porción de la espalda, no solo la pata del mismo lado ejecuta el movimiento de defensa que se ha descrito hace un momento, sino que además, como se ha hecho notar, si la excitación se prolonga, la otra pata viene en ayuda, y al fin la rana salta, huye, y para huir se sirve de sus cuatro miembros, de todo su cuerpo, de todos sus músculos. Animales superiores presentan á veces el mismo espectáculo. En una experiencia hecha en Estrasburgo (1), Kuss, habiendo amputado la cabeza de un conejo con tijeras poco afiladas que despedazaron las partes blandas de manera que se impidió la hemorragia, vió al animal, reducido á su médula espinal «lanzarse de la mesa y recorrer toda la sala con un movimiento de locomoción perfectamente regular». Ahora bien, la locomoción regular supone el juego alternativo, sistemático, coordinado, no solo de los cuatro miembros, sino aun de muchos otros músculos, por lo tanto, el funcionamiento alternativo, sistemático, coordinado de varios centros distintos de los dos lados, en las regiones superiores y en los inferiores de la médula. Y este

(1) Matías Duval, *Cours de physiologie*, pág. 75.

funcionamiento total tan complicado, tan bien adaptado para la preservación del animal, es provocado por toda excitación algo intensa, cualquiera que sea su asiento, á derecha ó á izquierda, delante ó detrás en los miembros ó en el tronco.

De estos mecanismos enlazados entre sí, los unos están subordinados á los otros; su conjunto no es una república de iguales, sino una jerarquía de funcionarios, y el sistema de los centros nerviosos en la médula y en el encéfalo, se asemeja al sistema de los poderes administrativos en un Estado.—En cada departamento, para cualquier asunto local, el gobernador recibe las informaciones y dá las órdenes; á veces, después de haber recibido la información, dá la orden inmediatamente y por sí mismo; otras veces hace referencia de ello al ministro y espera para obrar la decisión de su superior. En el primer caso, entre la información y la orden, la distancia es corta; no hay más que un corredor entre el despacho de las noticias y el de los mandatos. En el segundo caso, la distancia es grande; es preciso que la noticia, expedida por la primera oficina á la capital, vuelva en forma de mandamiento á la segunda oficina.—Tal es el doble oficio de los treinta y un centros espinales; son otras tantas prefecturas subordinadas á un ministerio que reside en la médula oblonga. Cada uno de estos centros tiene su departamento ó territorio propio; recibe de él las informaciones por sus nervios de la sensibilidad; le trasmite las órdenes por sus nervios motores. Todos los nervios de la sensibilidad llegan á él por un solo camino, su raíz posterior; todos sus nervios motores salen de él por

un camino único, su raíz anterior; así, en él, la oficina de las informaciones está contigua á la de las órdenes. De la primera á la segunda, unas veces la comunicación es directa, y en este caso la información determina la orden sin intermediario; otras es indirecta, y la información no determina la orden sino después de dos operaciones interpuestas; es preciso en primer término, que por una primera corriente nerviosa, la nueva suba, del centro local á la médula oblonga; es necesario en seguida, que, por una segunda corriente nerviosa, el mandato descienda de la médula oblonga hasta el centro local. Ordinariamente otros mandatos parten al mismo tiempo de la médula oblonga hacia los otros centros locales. De este modo, una sola nueva transmitida por un solo centro local, provoca en el centro superior un sistema de mandatos coordinados que los diversos centros locales ejecutan, cada uno por su parte, cada uno en su esfera, cada uno en su lugar; y, bajo esta dirección única, todas estas administraciones distintas operan con armonía.

Tal es el primer ministerio; ocupa toda la médula oblonga, es decir, el bulbo, la protuberancia y quizás los comienzos de los pedúnculos cerebrales. Rige, no solo la médula espinal con sus treinta y un pares de nervios, sino también los diez últimos pares de los nervios craneanos. Tiene varios pisos superpuestos, centros sensibles de varias especies, centros motores, comunicaciones que unen sus centros entre sí y le unen á él mismo con sus superiores gerárquicos, ya para transmitir informaciones, ya para recibir órdenes. ¿En qué consiste esta organización complicada? No podemos decirlo con precisión, pero es cierto que la

médula oblonga tiene superiores que desempeñan con relación á ella el oficio que ella desempeña con relación á los centros locales.—Por cima de ella, en la base del encéfalo, otro grupo de órganos, los pedúnculos cerebrales, los tálamos ópticos, y los cuerpos estriados, forman un centro distinto, en parte sensible, notablemente en los tálamos ópticos, en parte motor, principalmente en los cuerpos estriados. Considerado en su conjunto, este grupo es el ministerio supremo, y tiene al precedente por subordinado. Además de las informaciones que le trasmite la médula oblonga, recibe los datos que aportan los dos primeros pares de nervios craneanos, olfativos y ópticos; así todas las impresiones sensitivas se reúnen en sus centros, y además, por la médula oblonga, envía impulsos á todos los nervios motores.—Por encima de él, en la corteza cerebral, se asienta el soberano: allí está la última etapa de las informaciones; allí las nuevas incesantes del presente encuentran los archivos bien clasificados del pasado; de allí parten por varios puntos recientemente descubiertos (1) los primeros mandatos motores.—Finalmente, en la porción posterior del encéfalo, hay un tercer centro, el cerebelo, superior también, pero de especie particular; no está subordinado más que al soberano y colabora con él poco más ó menos como un jefe de estado mayor con su general; es informado al mismo tiempo que el general, pero por otros caminos: cuando la corteza cerebral ordena un movimiento á cualquier grupo muscular, el cerebelo ordena al pro-

(1) Ferrier, *Les Fonctions du cerveau*, traducido por H. de Varigny.

pio tiempo á los demás grupos musculares las contracciones complementarias ó compensadoras que, durante el movimiento, mantendrán el cuerpo entero en equilibrio, y sin las cuales la ejecución del mandato enviado de arriba no tendría ni seguridad ni precisión.

Así, en el mismo tronco nervioso, de la raíz posterior á la raíz anterior, la comunicación se realiza por cuatro caminos, y el circuito por el cual la impresión sensible se convierte en impulso motor es tanto mayor cuanto más elevado es el centro gerárquico por donde pasa.—Unas veces, de la raíz posterior la corriente va directamente á la raíz anterior, como se ha visto en el trozo de rana cuya pata excitada se mueve para rehuir la causa de excitación.—Otras, de la raíz posterior, la corriente sube hasta la médula oblonga y de ella vuelve á bajar hasta la raíz anterior, es el caso del conejo decapitado ó de la rata á la que se han cortado los pedúnculos cerebrales por encima de la protuberancia.—Otras, de la raíz posterior, sube á la médula oblonga, luego á los ganglios de la base, para volver á bajar á la médula oblonga, luego á la raíz anterior; es el caso de los animales á los que se ha privado de los hemisferios.—Otras, finalmente, de la raíz posterior sube á la médula oblonga, luego á los ganglios de la base, luego á la corteza cerebral, para descender de aquí á los ganglios de la base, luego á la médula oblonga, luego á la raíz anterior, en unión de otras corrientes que una de sus ramas colaterales ascendentes ha determinado en el cerebelo y que vuelven á descender al mismo tiempo que ella para terminar en otras raíces posteriores; es el caso de los animales intactos y sanos.

Corriente directa, ó de uno, dos, tres intermedios, simple ó de múltiples ramificaciones, no hay en ella evidentemente más que acciones reflejas.—¿En qué consiste una acción refleja? Una onda de cambio molecular se propaga á lo largo de un filamento nervioso con una velocidad que se calcula hoy en 34 metros por segundo si el nervio es de la sensibilidad, y en 27 si es motor. Llegada á la célula, esta onda provoca un cambio molecular aún mayor; en ninguna parte, en los tejidos orgánicos, el desgaste y la reparación son tan rápidos (1); en ninguna parte se origina un trabajo tan activo y un desprendimiento tan grande de energía. Puede compararse la célula á un pequeño almacén de pólvora que, á cada excitación del nervio aferente, se inflama, estalla y transmite multiplicada al nervio eferente el impulso que ha recibido del aferente. Tal es la conmoción nerviosa desde el punto de vista mecánico. Desde el físico, es una combustión de la sustancia nerviosa que al quemarse desprende calor (2). Desde el punto de vista químico, es una descomposición de la sustancia nerviosa que pierde su grasa fosfórea y su neurina. Desde el punto de vista fisiológico, es el funcionamiento de un órgano, que como todos se altera al funcionar, y para funcionar de nuevo, necesita una reparación sanguínea.—Pero, por todos estos puntos de vista no logramos ver en el fenómeno más que caracte-

(1) Son próximamente cinco veces más rápidos que en la sustancia blanca. (H. Spencer, *Principes de psychologie*, I. 20),

(2) Luys, *du Cerveau*, pág. 55, 59. Experiencias de Lombard y Schiff. Experiencias de Byasson.

res abstractos y efectos de conjunto; no le percibimos para nada en sí mismo, y en sus pormenores, tal como le veríamos, si con ojos ó microscopios más penetrantes pudieramos seguirle á través de todos sus elementos y de un extremo á otro de su historia. Desde este punto de vista histórico y gráfico, la conmoción de la célula es ciertamente un movimiento interior de sus moléculas, y este movimiento puede compararse con mucha exactitud á una *figura de baile*, en que las moléculas muy diversas y muy numerosas, después de haber descrito cada una, con una cierta velocidad, una línea de determinada longitud y forma, vuelven cada una á su primitivo puesto, salvo algunos bailarines cansados que desfallecen, son incapaces de volver á empezar, y ceden su puesto á otros reclutas enteramente frescos para que la figura pueda ejecutarse de nuevo.

He aquí, hasta donde puede conjeturarse, el acto fisiológico cuyo correspondiente mental es la sensación. Gracias á esta correspondencia, estamos en disposición de representarnos varios pormenores de la figura de baile. A los elementos de la sensación corresponden los del baile; por consiguiente, si en una sensación de sonido musical que dura una décima de segundo, hay cien sensaciones elementales semejantes que duran cada una una milésima de segundo, y están cada una compuesta de un mínimo y un máximo, con una infinidad de grados intermedios, es preciso admitir que en la célula sensible y durante esta misma décima de segundo, las moléculas han ejecutado cien evoluciones semejantes que han durado cada una una milésima de segundo, y cada una ha estado compuesta de un mínimo y un máximo con infinidad

de grados intermedios; además, si la sensación de sonido presenta la cualidad particular que se denomina timbre y que es producida por la agregación de algunas pequeñas armónicas agudas, puede admitirse que en el torbellino de los bailarines, algunos pequeños grupos colaterales han llevado á cabo su ejecución con una velocidad que era un múltiplo de la de los demás.—Regla general: las porciones sucesivas ó simultáneas de la sensación total transcriben en términos psicológicos las porciones sucesivas ó simultáneas de la danza total. Comprendemos entonces la diversidad de nuestras sensaciones totales, su composición infinitamente compleja, su división en familias ó especies que nos parecen irreductibles la una á la otra. Una pequenísima diferencia introducida en la composición química ó en la estructura orgánica de una célula basta para cambiar del todo la agrupación y el paso de sus bailarines, por consiguiente, la velocidad de su evolución, la forma, la longitud y las combinaciones de las líneas que describen; será, por ejemplo, el minué en vez del vals. Dibujad en dos cuadrados de papel iguales los movimientos de un mismo número de parejas durante el mismo tiempo, primero en el vals, luego en el minué; los dos trazados son muy regulares, y sin embargo, tan complicados que la vista nada distingue en ellos de común; le parecen arabescos irreductibles el uno al otro; cada uno de ellos parece un tipo aparte. Tales son para la conciencia nuestras cinco clases de sensaciones, en cada una varios grupos, en cada uno de estos varias especies, y entre las sensaciones del gusto y del olfato, casi cada especie.—Al mismo tiempo, aparece un rayo de luz acerca de la es-

estructura y el funcionamiento interno de nuestro aparato sensible. Primitivamente, una célula no es más que un depósito de energía, y toda su aplicación consiste en multiplicar un impulso que trasmite á un nervio motor; ulteriormente, á medida que el animal se eleva en la serie y que los sentidos llegan á ser especiales, la célula perfeccionada adquiere además otro oficio; según que sirve para la audición, para la visión, el gusto, el olfato, traduce una forma particular de excitación exterior, vibraciones del aire, ondulaciones del éter, sistemas de mutaciones atómicas; ahora bien, para esto, es preciso que esté dispuesta de modo que ejecute tal tipo de danza, y no tal otro. Según nuestra hipótesis, habría cinco de estos tipos, y por consiguiente, cinco clases de células, táctiles, acústicas, del gusto, ópticas, olfativas. Bajo el impulso del nervio aferente, cada clase ejecutaría su tipo de danza; pero como se ha visto, este impulso es susceptible de varios ritmos, y por consiguiente, en cada tipo de danza, la diversidad de los ritmos introduciría especies y variedades correspondientes á las que, por la conciencia notamos en nuestras sensaciones.

Queda por indagar el modo como estas células deben estar dispuestas y entrelazadas para que las combinaciones de sensaciones primarias ó secundarias que forman nuestros pensamientos puedan efectuarse.—Según las experiencias de Vulpian con el conejo y la rata, es muy probable que la protuberancia contenga el primer centro completo de células táctiles, acústicas y del gusto. Según las investigaciones anatómicas de Luys en el hombre y las experiencias de Ferrier en el mono es probable que los ganglios de la base, y

principalmente los tálamos ópticos, contengan un segundo centro de las mismas células, y además, un centro de células olfativas y ópticas. Más arriba, la corteza cerebral forma el último centro, mucho más extenso que los precedentes, unido con ellos por el vasto abanico de la corona de Reil, y conteniendo los centenares de millones de células olfativas, ópticas, del gusto, acústicas y táctiles, que sirven de repetidores á las células similares de los centros precedentes. De estos dos centros inferiores al superior, las células de la misma clase están unidas entre sí por filamentos nerviosos, y se comprende cómo la danza de una célula táctil en la protuberancia, ó de una célula olfativa en los tálamos ópticos, provocan la danza semejante de una célula táctil ú olfativa en la corteza, en otros términos, como la sensación propiamente dicha se repite y llega á ser una imagen.—Examinemos ahora qué mecanismo fisiológico se requiere para que las imágenes tengan las propiedades que se les ha reconocido. En primer lugar, después que la sensación ha cesado, su imagen dura más ó menos tiempo, borrándose por grados, como un eco indefinidamente repetido y cada vez más lejano. Esto se explica, si se admite que la danza correspondiente se repite de célula en célula semejante, y subsiste por esta repetición, alejándose cada vez más de su punto de partida. Ahora bien, para proveer á esta operación, basta que las células del mismo tipo formen uno ó varios *cordones continuos*. Suponed que cada célula de los centros inferiores comunica con la corteza por un haz de fibras irradiadas, que cada fibra y cada una de sus ramificaciones proporciona á la célula un

cordón de repetidores corticales; tal es la disposición que anuncia la corona de Reil. En este caso, una célula de los centros inferiores que irradiara en la corteza por diez cordones, cada uno de cien células, tendría mil repetidores en los hemisferios, y se concebiría como, en el segundo, en el tercero, en el décimo, en el centésimo plano, una danza precedente se prolongaría en forma de imagen, sin ser obstáculo á la danza actual, es decir, á la sensación de primera línea.

No sólo las imágenes persisten, sino que, aunque de clases distintas, la una sostiene á la otra; cuando la primera se produce, la segunda surge de rechazo; las dos forman un par más ó menos sólido, á veces indestructible. Cuando leemos el nombre de un objeto, inmediatamente, por asociación, imaginamos este objeto mismo; además, pronunciamos mentalmente su nombre, oímos mentalmente el nombre pronunciado, y si sabemos otras lenguas á más de la nuestra, leemos, oímos pronunciamos mentalmente el nombre correspondiente en cada una de las otras lenguas. He aquí una cadena de diez ó doce anillos de diversas especies, y ya se han visto las leyes que enlazan más ó menos fuertemente cada anillo á su vecino. En términos fisiológicos, esto significa que dos células de especie distinta, por ejemplo, una célula acústica y otra óptica, se ponen recíproca y directamente en movimiento. Para esto, es preciso que comuniquen; para que comuniquen, necesitan un filamento nervioso intermedio. He aquí, pues, á más del sistema de *fibras ascendentes* por las que cada célula de los centros inferiores se enlaza en la corteza con sus repetidores, todos de la misma especie, un sistema de *fibras*

*transversales* por las que los repetidores de especie distinta se unen entre sí; es lo que parece indicar el enrejado prodigiosamente múltiple y entrecruzado de las fibras coarticales; al menos, hay fibras, de estas que unen, que van de un hemisferio á otros, y según los micrógrafos el cuerpo caloso está enteramente formado de ellas. Así, entre los cordones de especie distinta, se halla uno ó varios caminos anatómicos.—Ahora, es preciso recordar una ley que ya hemos notado en la médula. Cuanto más ha conducido un hilo nervioso, mejor conductor ha llegado á ser. Cuanto más practicado ha sido un camino nervioso, más probabilidades tiene de ser seguido. Cuanto más enérgica y frecuente ha sido la corriente nerviosa de tal á cual célula, más inclinación hay para que pase de la primera á la segunda. Cuando la preparación ha sido bastante enérgica y larga, la pendiente llega á ser irresistible; llegada á la primera célula, en adelante la corriente toma siempre el camino que conduce á la segunda. Puede suceder que de esta primera célula partan dos, tres, cuatro, diez filamentos; entre estos diez filamentos, la corriente escoge uno, por fuerza, y siempre el mismo, el que está habituado á recibirla.

En esto consiste el mecanismo fisiológico de la asociación mental; evidentemente, es el mismo para una corriente simple y para una complicada, entre dos células y entre dos grupos más ó menos numerosos de células; cualesquiera que sean los grupos mentales asociados, por diversos y múltiples que sean sus elementos, siempre se establece su asociación de este modo. Dos grupos unidos de esta suerte pueden compararse á un *cliché*

más ó menos extenso, cliché de una palabra, de una línea, de una página; la letra trae consigo la palabra, que trae la línea, que trae la página. Entonces, se comprende para qué sirven los quinientos millones de células y los dos mil millones de fibras de nuestra corteza cerebral; gracias á su gran número, nuestra memoria está llena de clichés; por esto ocurre que un cerebro humano puede poseer una ó varias ciencias completas, cinco ó seis lenguas ó más, recordar millares de sonidos, de formas y de hechos. Cuatrocientos millones de letras, forman mil volúmenes, cada uno de cuatrocientas mil letras; si un cerebro humano contiene cuatrocientos millones de clichés mentales, le forma esto una rica biblioteca de reserva, y le quedan aún cien millones de células para los usos corrientes.

Admitido esto, se comprende en qué consiste el recuerdo, sobre todo el recuerdo de un suceso antiguo, notablemente el que parece haber perecido y resucita repentinamente, preciso y completo, después de diez ó veinte años de intervalo. Durante este largo intermedio, el movimiento de las células que lo constituye no se ha repetido en modo alguno incesantemente; por el contrario, después de algunos minutos ó algunas horas, ha retrocedido gradualmente hasta grupos alejados donde ha terminado por amortiguarse. No ha quedado de él más que un cliché, es decir, una modificación de estructura en un grupo lejano de células y de fibras, una predisposición orgánica, la predisposición para vibrar en determinado orden, y por consiguiente, merced á la corriente nerviosa que alcance á este grupo, la necesidad de correr en el lecho trazado de antema-

no. Así preparado este grupo podrá permanecer mucho tiempo inactivo, en uno de los últimos lugares de la corteza cerebral, lejos del gran camino que siguen nuestras impresiones usuales, y muy lejos del sitio en que estas impresiones llegadas á primera línea, alcanzan su máximo brillo. A esta distancia, y con tan pocas ocasiones de vibrar, para nosotros como si no existiera; durante años, ninguna de las corrientes cerebrales le alcanzará; será necesario un accidente, para que una de sus células entre en movimiento. Pero, si entra, la modificación orgánica y la predisposición adquirida hará su efecto; la corriente nerviosa seguirá el camino trillado; cada una de las células invernantes reanudará su movimiento en el orden preestablecido, y este orden de movimientos, propagado de grupo en grupo á través de la corteza, volverá á pasar de la última á la primera línea.

Llegamos así á una concepción de conjunto de las operaciones cerebrales. En verdad, sólo llegamos por conjetura, y todo lo que afirmamos con certidumbre, es que el pensamiento podría ejercitarse por el mecanismo descrito. Pero si no es por este, es por otro de la misma especie; porque cualquiera que sea la operación cerebral, no tiene por elementos más que las corrientes que caminan en las fibras y los movimientos que se ejecutan en las células. Combinad, como os plazca, estas corrientes y estos movimientos; nunca tendréis más que combinaciones de movimientos y de corrientes. Hemos escogido la más simple, la más coherente, la más apropiada para la operación mental á que sirve de base, y se ha hallado que explica varios pormenores no explicados. Es,

pues, verosímil; al menos explica cómo, en qué, por qué correspondencia y mediante qué género de servicio la corteza cerebral puede ser instrumento del pensamiento.—Esta corteza gris, de quince ó diez y ocho planos superpuestos, se asemeja á una imprenta en que el taller activo, claro, está rodeado de vastos almacenes oscuros é inmóviles. Los innumerables caracteres que son movidos en el taller ó reposan en el almacén no son nunca más que las veinticuatro letras del alfabeto; no hay quizás más en nuestro alfabeto cerebral, á saber veinticuatro combinaciones de movimiento con los cinco ó seis tipos de células necesarias para ejecutarlas. En el taller, el trabajo es doble: por una parte, al impulso del exterior, compone incesantemente palabras que envía á los almacenes donde son trascritas en clichés fijos; por otra, los almacenes le envían incesantemente clichés fijos que él transcribe en letras movibles; y la labor que dá á luz es una combinación continua de las palabras nuevas que compone y de las antiguas que transcribe.

## CAPÍTULO II

### RELACIONES ENTRE LAS FUNCIONES DE LOS CENTROS NERVIOSOS Y LOS HECHOS MORALES

I. Distinción de lo físico y lo moral. El segundo orden de hechos está unido al primero.—Esta unión parece inexplicable.—Utilidad de las reducciones precedentes y de la teoría de las sensaciones elementales.

II. Posición de la dificultad. — Idea del movimiento molecular en las células y las fibras de los centros nerviosos. — Aún suponiéndole enteramente definido se halla que su idea y la de una sensación son irreductibles la una á la otra.

III. Otro método de investigación. Las dos ideas pueden ser irreductibles entre sí, sin que los dos órdenes de hechos lo sean. — Dos objetos nos parecen diferentes cuando los caminos por que adquirimos sus ideas son distintos. — Ejemplos. — La ley general se aplica al caso de que se trata. Diferencia absoluta entre el procedimiento por el cual adquirimos la idea de una sensación y el procedimiento por el cual adquirimos la idea de los centros nerviosos y de sus movimientos moleculares. — Las dos ideas deben ser irreductibles entre sí. — Es posible que sus dos objetos sean un único y mismo.

IV. Otra serie de razones. — El aspecto de la sensación y el de sus elementos últimos deben diferir completamente. Hipótesis de dos fenómenos heterógenos. — Hipótesis de un único y mismo hecho conocido bajo dos aspectos. — Consecuencias de la primera. — Es anticientí-