

3696

LA

CIENCIA EXPERIMENTAL

POR

CLAUDIO BERNARD

MIEMBRO DEL INSTITUTO,
(ACADEMIA DE CIENCIAS Y ACADEMIA FRANCESA), PROFESOR DEL MUSEO
DE HISTORIA NATURAL Y DEL COLEGIO DE FRANCIA

TRADUCIDO

POR ANTONIO ESPINA Y CAPO

Médico por oposicion del Hospital general
Inspector de salubridad pública por oposicion, Individuo de la
Academia Medico-Quirúrgica Española y de la de
Hidrología médica.

Progreso de las ciencias fisiológicas.
Problemas de la fisiología general.
La vida, las teorías antiguas y la ciencia
moderna.—El calor animal.
La sensibilidad.—El curare.—El corazón.
El cerebro.—Discurso de recepcion en la
Academia Francesa.



BIBLIOTECA PERUJO

MADRID | PARIS
PIZARRO, 15, BAJO | 19, RUE DE PROVENCE

47-2807



20010
Sep 18 97

LA CIENCIA EXPERIMENTAL

696

ADMINISTRACION
DE ESTEREOGRAFIA

MADRID.—TIPOGRAFÍA ESTEREOTIPIA PEROJO
Pizarro, 15, Mendizabal, 64

REPUBLICA ARGENTINA
GOBIERNO FEDERAL

MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS

SECRETARÍA DE ECONOMÍA Y FINANZAS

Res. 90909 hb. 50-

SECRETARÍA DE ECONOMÍA Y FINANZAS

BUENOS AIRES

MARZO 1950

SECRETARÍA DE ECONOMÍA Y FINANZAS

10

SECRETARÍA DE ECONOMÍA Y FINANZAS

M. Dumas, vicepresidente del Consejo superior de Instrucción pública, secretario perpetuo de la Academia de Ciencias, miembro de la Academia Francesa, pronunció en los funerales de M. Cláudio Bernard, el 16 de Febrero de 1878, el siguiente discurso:

SEÑORES :

El Consejo superior de Instrucción pública reclama una gran parte en el duelo que hiere tan dolorosamente á la Universidad, al Instituto y á la Francia; cuando se ve apagar una de las lumbreras del país y perder á uno de los suyos; el eminente ministro que le preside ha querido que venga, en su

nombre, á depositar sobre esta tumba la expresion de nuestros sentimientos.

Claudio Bernard, á quien lloramos en este momento, se había colocado por su raro genio y por sus brillantes descubrimientos á esa altura en que se cesa de pertenecer exclusivamente á una sociedad, y áun á una nacion, para tomar puesto en el concierto de la ciencia universal; vivo, su gloria llenó el espacio, y fué aclamado por el mundo entero; muerto, desafiará al tiempo y sus ultrajes.

Despues de Lavoisier, Laplace, Bichat y Magendie, que le habían abierto el camino, Claudio Bernard ha gastado sus fuerzas á su vez en el estudio del gran misterio de la vida, sin pretender penetrar muchas veces su origen y su esencia. La astronomía ignora la causa de la atraccion universal, y no por eso calcula con ménos certeza la marcha de los astros que sostiene esta fuerza, el movimiento que ella dirige. Claudio

Bernard creía que le estaba permitido, de la misma manera al fisiólogo, explicar los fenómenos de la vida por medio de la física y la química, que ejecutan, áun cuando la vida y el pensamiento estuvieran fuera de su alcance.

¿No quedaban, en efecto, fundadas la física y la química, desde el momento en que Lavoisier y Laplace probaron que la respiracion es una combustion y fuente del calor que nos anima? Esa antorcha de la vida que se enciende, esa llama de la vida que se apaga, expresiones poéticas tan felices de la antigüedad, ¿no se convertían en verdades filosóficas, á las que estaba reservado que Claudio Bernard añadiera el último dato?

La anatomía general no nació el dia en que Bichat, definiendo la vida, dijo: «el conjunto de funciones que resisten á la muerte.» Sin revelar la secreta naturaleza, ¿no enseñaba á precisar las formas que la vida reviste en cada uno

de los elementos de que se componen nuestros tejidos, á considerar como la expresion sensible de la vida esos movimientos de destruccion y de renovacion, de los cuales son teatro; su detencion, como signo cierto de la muerte?

¿No abría, por último, Magendie, el camino á la fisiología experimental, convertida luégo en las manos de Claudio Bernard, su discípulo, en una ciencia nueva? Tomando de la física y la química sus instrumentos y sus métodos, sin olvidar que las fuerzas que de ellas disponen van á actuar sobre séres dotados de vida, ¿no ha sido Claudio Bernard quien la ha elevado al rango de las ciencias exactas, y la deja, rivalizando en certeza y autoridad, con las que obran y operan sobre la materia bruta?

Entre tantos descubrimientos, á los cuales va unido imperecederamente su nombre, ¡qué maravillosa sagacidad, qué exquisito análisis no revela ese trabajo célebre, ya desde hace tiempo po-

pular, en el cual dando cuerpo al pensamiento de Bichat, hace ver en el músculo que se contrae, en el nervio que le pone en movimiento, en el elemento nervioso sensitivo y en el elemento motor, otros tantos modos distintos de la vida, pudiendo coexistir, pero también pudiendo morir separadamente y como en detalle!

¿Qué fisiólogo no estaría orgulloso con haber descubierto la verdadera función del hígado, problema que, desde la antigüedad más remota hasta nuestros días, había excitado, pero en vano, la curiosidad de todas las escuelas médicas? ¿Qué químico no hubiese considerado como un florón de su corona ese análisis valiente y sabio, por medio del cual Claudio Bernard descubre en este órgano enigmático una materia apta para cambiarse en azúcar; un fermento capaz para operar la transformación; una fuente, por último, que vierte sin cesar el azúcar en la sangre?

Pero me detengo aquí, y cedo á voces más autorizadas que la mía el derecho de exponer con toda su fecundidad los descubrimientos que debemos al ilustre fisiólogo que acabamos de perder.

Si fuera posible apagar con un soplo gigante las luces que la ciencia de la vida adquiere de los trabajos de Lavoisier, Laplace, Bichat, Magendie, Claudio Bernard; el espíritu humano retrocedería diez siglos.

Los fenómenos físicos de la vida no son inexcrutables secretos. Los problemas que con ella se relacionan los ha abordado todos Claudio Bernard con confianza, los ha perseguido con empeño. Hay muy pocos no resueltos por él, y en los que reduce la solución, en fuerza de su genio, á esas fórmulas elegantes y sencillas, en las que aparece mezclada la imaginación del poeta con el rigor geométrico.

La Francia pierde con Claudio Bernard uno de sus hijos más ilustres; la

ciencia, uno de sus representantes más respetables; nosotros todos, un amado compañero, cuyo trato, lleno de encanto y dulzura, después de haberle conquistado la simpatía universal, asegura á su memoria un recuerdo eterno.

En el momento en que los golpes repetidos nos hieren; en el momento en que perdemos en algunos meses á Bronquiar, Balart, Le Verrier, Becquerel, Regnault, Claudio Bernard; cuando la ciencia francesa, casi decapitada, tiene necesidad de volver hácia el porvenir sus miradas de esperanza, los poderes públicos que rigen al país quieren que los honores reservados á los distinguidos jefes, que ilustraron su nombre defendiendo á la patria, y á los políticos que dirigieron los destinos del país á través de mil escollos, se tributen al genio del estudio. No se desplegará en vano este gran espectáculo delante de nuestras escuelas. Una noble emulacion, llamando en las almas que le contemplan con emo-

cion, despertará su ardimiento, les inspirará el amor á la verdad, la ambicion á la gloria, y el desden para la fortuna material.

Las fuerzas morales de la Francia parecen amenazadas; ¡preparémonos sucesores á esos grandes hombres, casi arrebatados por la muerte prematuramente! Abramos el camino á sus émulos, á esos genios naciescentes que demandan nuestros votos y reclaman nuestras líneas diezmadadas.

Claudio Bernard exclamaba, al recuerdo de las miserias que todos los sabios sus contemporáneos han participado: «El estudio de la fisiología exige dos cosas: el genio, que no se da, y los recursos materiales que un voto de los poderes públicos bastaría para asegurarlos. La fisiología francesa no reclama sino los medios de trabajo; jamás ha faltado el guía que ha de aprovecharlos.» Todas las ciencias podrían tener el mismo lenguaje.
¡Adios, Claudio Bernard, vos á quien

los honores fueron siempre á buscar sin reclamar ninguno; vuestro grito supremo será oído por el Ministro de la Instrucción pública que os acompaña hasta vuestra última morada! La pompa desusada de vuestros funerales enseñará los respetos con que quiere que se honre la ciencia. Vuestra vida laboriosa y modesta quedará como saludable ejemplo; vuestra muerte, glorificada por todo un pueblo, como una enseñanza.

Desde el seno de la vida eterna, cuyo secreto habreis revelado ya, si vuestra modestia se asombra de estos honores de que sois objeto, vuestro genio se reconocerá digno, y vuestro patriotismo los aceptará como una promesa del porvenir y una prenda de grandeza futura para la ciencia francesa.

CLAUDIO BERNARD

La ciencia experimental acaba de perder su más eminente maestro; Claudio Bernard, miembro de la Academia de Ciencias y de la Academia Francesa, profesor en el Colegio de Francia y en el Museo de Historia Natural, ha muerto ayer tarde, á consecuencia de una larga y dolorosa enfermedad.

Nos falta tiempo y espíritu libre en el momento para apreciar la obra de este hombre de genio: le será consagrada una de nuestras Revistas, y este terreno aún parecerá muy estrecho para el desarrollo de tantos descubri-

mientos. No podemos decir ahora sino algunas palabras de su historia y del papel que ha jugado en la evolución de las ciencias experimentales su poderosa iniciativa.

Claudio Bernard nació en Saint-Julien, cerca de Villefranche (Rhône), el 12 de Julio de 1813. Llegó á Paris en 1832, no llevando otro equipaje que una tragedia que no se representó nunca y una comedia-vaudeville que había tenido algun éxito sobre un pequeño teatro de Lyon. Saint-Marc Girardin, suplente en aquel entonces de Guizot en la Sorbona, al cual presentó Claudio Bernard estos ensayos, le aconsejó «aprender un oficio para vivir, y que abandonara en seguida la poesía;» con seguridad no creyó en manera alguna que tenía delante de él un futuro colega de la Academia Francesa. El jóven Claudio Bernard obedeció á este sabio consejo y tomó sus matrículas en la Facultad de Medicina.

Aun cuando obtuvo en 1839 el título de interno de los hospitales, no era hasta entónces sino un discípulo brillante. Sus compañeros no suponían lo que encerraba en su vasta frente aquel estudiante silencioso, poco atento á las lecciones de sus profesores, y cuya calma meditabunda era tomada por pereza por sus condiscípulos. Fué una revelacion cuyo recuerdo estará siempre grabado en los que le sobreviven; las publicaciones acerca del jugo gástrico, la cuerda del tímpano, el nervio pneumogástrico y el nervio espinal, que de una vez señalaron al mundo sabio un ingenioso y sagaz experimentador, ayudado por una rara habilidad operatoria.

Las lecciones de Magendie habían operado esta revolucion. Desde el momento que pisó el laboratorio del Colegio de Francia trazó su camino. La experimentacion atrevida, aunque un poco desordenada, del célebre

fisiólogo, su crítica imperdonable, su escepticismo, que se extendía hasta sus propios descubrimientos, hicieron profunda impresion, creadora, por decir así, en el ánimo del joven Claudio Bernard. Pero el discípulo, tan potente como el maestro, no tomó de esta enseñanza sino las cualidades de independencian, y supo mantener la duda en los límites científicos. Al desden profundo para las explicaciones verosímiles en que se mecen las quimeras seductoras, supo añadir sin esfuerzo el respeto á los hechos acumulados por la tradicion, la credulidad sincera enfrente de lo desconocido, casi siempre preñado de descubrimientos, la estimacion de la hipótesis que busca y de la teoría que coordina, sin atribuir jamás la vista personal ó de autoridad; por último, y esto le distingue sobre todo de Magendie y le da un carácter personal, el amor á la certeza, el sentimiento profundo de la ley, la inquebrantable seguridad en

que, si las condiciones de la manifestación de los fenómenos vitales son infinitamente complejos, múltiples, difíciles de coger, de dominar experimentalmente, no están menos segura, impasiblemente ligados á estos fenómenos, sin que ningun elemento extraño, extranatural, sin que ningun *quid divinum* pueda invocarse para la explicación de las aparentes irregularidades espontáneas que presentan.

En este punto capital se marca, desde los primeros pasos de su vida científica, la superioridad de Claudio Bernard. El discípulo del escéptico Magendie es el introductor del *determinismo* en el dominio de la fisiología. Gracias á él, el método experimental, que si se cumplen rigurosamente sus reglas, conduce á la verdad en las ciencias de la materia muerta, ha adquirido igual autoridad en las ciencias de los seres vivientes. No hay nada más que dos órdenes de ciencias: unas

valientes y aseguradas, las otras dudosas y tímidas; unas seguras de mandar solas y seguras de ser obedecidas por la experiencia, las otras siempre con temor de una intervencion desconocida en su esencia, su pureza y su objeto. Y no fueron pequeños los esfuerzos que fué necesario desplegar para arrancar del terreno de la fisiología esta amenaza desconocida. El más célebre de los fisiólogos franceses, el gran Bichat, le había dado derecho de ciudadanía. Y desde él, todos creyeron un deber contar con esta potencia caprichosa, con estas funciones vitales, cuyo papel era resistir á las leyes generales de la materia y que hacían de esta manera de los actos de los séres vivientes una senda de milagros. Con seguridad, Magendie no era hombre capaz de dejarse intimidar por esta especie de fantasma; pero, ó bien simplificaba sistemática y artificialmente los hechos para no dominarlos sino de una manera in-

completa, ó bien la multiplicidad de las condiciones á las cuales obedecen los fenómenos vitales, le quitaba toda la confianza teórica en la conclusion. Pues bien, sin conclusiones no hay ciencia. Claudio Bernard se encontró, pues, y esto lo repetimos, casi desde sus principios, superior á Magendie y Bichat, puesto que al sentimiento de la innumerable multiplicidad de las incógnitas fisiológicas añadía el de la subordinacion á las leyes generales de la materia, y por consecuencia su obediencia á las exigencias del método experimental.

La fisiología podía, por lo tanto, echar sus raíces en el suelo firme en que estaban implantadas sus hermanas mayores, la física y la química. Sin embargo, la complejidad de los problemas que comprende exigía que fuesen expuestas bajo fórmulas especiales, teniendo en cuenta los procedimientos intelectuales que le son aplicables especialmente, las reglas

del método experimental. La realización de esta obra preocupó á Claudio Bernard durante toda la primera fase de su vida científica. Pero los trabajos de laboratorio, la investigación en los descubrimientos absorbía sus instantes, no pudiendo demostrar el método experimental sino como Diógenes demostraba el movimiento.

Nunca el afán de los descubrimientos tuvo más fruto. En veinte años encontró Claudio Bernard más hechos principales, no que los fisiólogos franceses, que poco numerosos trabajaban á su lado, sino que el conjunto de fisiólogos extranjeros.

La acción de las diversas glándulas digestivas, y especialmente el páncreas, la glucogenia animal, la producción experimental de la diabetes, la existencia de los nervios vaso-motores y la teoría del calor animal, la acción de los venenos estudiados en sí mismos y como medio de análisis de los fenómenos fisiológicos, la innumera-

ble cantidad de hechos nuevos, de sagaces deducciones, de ingeniosos golpes de vista y subjetivos que contienen, no solamente sus memorias especiales, sino los catorce volúmenes desde sus *Leçons de phisiologie expérimentale appliquée à la médecine* (1855 á 56) hasta sus *Leçons sur la diabète et la glycogénèse animale* (1877), que reflejaban cada año el resultado de sus experimentos é investigaciones y el resúmen de sus cursos, le habían conquistado un puesto de maestro, aceptado sin protesta en Francia y en el extranjero.

Tenía igualmente en la jerarquía oficial el primer puesto. En 1854 se creó una cátedra de fisiología general para él en la Sorbona, cátedra que con un desinterés y una delicadeza admirables cedió en 1868 á su discípulo Paul Bert; en 1855 reemplazó á Magendie en la cátedra de medicina del Colegio de Francia. Entró en la Academia de Ciencias en 1854 y fué llamado en 1868

á reemplazar á Flourens en la Academia Francesa; por último, un decreto de 1869 le abrió las puertas del Senado; fué casi el único de los miembros de esta Asamblea que entró sin oposicion á su nombramiento, que á él mismo sorprendió.

Algunos años ántes que los honores inesperados fuesen á buscarle á su laboratorio, pasó un suceso importante en su vida. Una enfermedad larga y grave, durante la que desesperaron de su salvacion sus amigos y él, le condenó á la inaccion física. Debió abandonar su laboratorio, dejar Paris y buscar no en vano en su país natal la salud y la vida. Estos largos meses de aislamiento y descanso devolvieron á su ánimo toda su libertad. Por la primera vez tuvo tiempo de meditar y poner en órden en el papel sus reflexiones solitarias: un corto prefacio, impreso ya en pruebas y que debía preceder á una especie de tratado de fisiología operatoria que quedó en preparacion, se

aumentó por adiciones sucesivas, tomó las dimensiones de un tomo, después las de un libro, y vió la luz en 1865. La *Introduction á l'Étude de la Médecine expérimentale* llenó de asombro y admiración los ánimos dedicados al estudio. Los fisiólogos encontrarán con placer, reducidas á fórmulas precisas, ordenadas con maravilloso arte, aclaradas por ejemplos que eran en sí mismos como otros tantos experimentos intelectuales, las reglas del método experimental, vigilando, cogiendo, triturando, á pesar de sus esfuerzos, el Proteo orgánico de las metamorfosis engañosas. Aquellos á quienes no preocupaban las dificultades profesionales fueron sorprendidos de la grandeza de los problemas estudiados, de la claridad de su exposición, de la franqueza y de la buena fe con que eran resueltos ó demostrados como insolubles. Hasta el estilo era notable; su sabor original gustó á la Academia Francesa: «Habeis creado

un estilo,» dijo en contestacion á su discurso de recepcion el severo M. Patin. Y era verdad. ¡Pero cuánto se hubiera asombrado el venerable crítico si hubiera leído los libros anteriores en que Claudio Bernard se contentaba con enumerar en una narracion casi siempre desordenada sus impresiones de laboratorio! En este maestro eminente y sencillo, á quien ninguna preocupacion de éxito alcanzaba, el estilo hablado ó escrito valía lo que valía la idea. En la narracion episódica se le halla siempre trabajoso y confuso; pero que se plantee un problema difícil, que el pensamiento se vea obligado á replegarse para vencer un obstáculo ó tomar vuelo; entónces se aprieta, se depura, se acentúa en fórmulas precisas, casi siempre en palabras de imágenes.

Tal era Claudio Bernard en sus libros, en sus cursos, en su conversacion. Su pensamiento no era dócil para hablar todos los lenguajes y represen-

tar todos los papeles, y nunca hizo nada para doblérgase á cualquier conveniencia de los hábitos sociales ó comerciales. Si el pensamiento se le escapaba lo seguía sin pasión, dejando en este punto languidecer el discurso, la lección confusa, y no prestando oído sino á lo que él decía muy bajo; pero si la idea se interesaba en el asunto actual, entonces este profesor ó cazador, pesado y difuso, se despertaba animado, ingenioso, claro, elocuente, con movimientos sorprendentes y espontáneos, y siempre con las dos cualidades del verdadero genio, la franqueza y la buena fe.

Y nadie las poseyó en más alto grado. Esta facilidad á elevarse sobre los altos vértices, á moverse entre las dificultades más árduas, sorprendió siempre á los lectores de sus admirables artículos de la *Revue des Deux Mondes*. Se podía decir de él lo que el poeta decía de diosa *incessu patuit*. Un hombre notable, al salir de estas lecturas, me decía un día: «No me hace sola-

mente creer que comprendo, como haceis todos; me hace, en efecto, comprender;» y de seguro había comprendido. Esta facilidad la alcanzaba en sus hábitos fisiológicos, en su dominio de la fisiología. Nadie hizo nunca con más sencillez, con más naturalidad un descubrimiento. En esta primera fase de la caza de las ideas, como decía Helvecio, que consiste en levantar la pieza, tenía una seguridad de vista, una perspicacia asombrosa. La mayoría de los investigadores científicos son especies de sonámbulos que no ven lo que buscan, sino lo que está sobre el trazado de sus ideas; su ojo está fijo en un punto, y no solamente no ven lo que hay al lado de ese punto, sino lo que se presenta sin haberlo previsto. Claudio Bernard parecía, según la expresión de uno de sus discípulos, que tenía ojos alrededor de la cabeza, y se le veía con estupefacción, en el curso de un experimento, señalar fenómenos evidentes, pero que nadie, excepción

suya, había apercibido. Descubría como los demas respiran.

Con la franqueza, la buena fe. Esta fué su cualidad dominante. Jamás se apartó de la sinceridad profunda del hombre de ciencia, que debe buscar la verdad por sí y sus consecuencias legítimas, sin inquietarse nunca de las consecuencias lejanas ó indirectas que quisieren sacar aquellos que, semejantes á los abogados, tienen una causa que defender. Nadie fué más pasivo en la deducción, y ninguno la expresó con una sinceridad más cándida. De aquí proviene que sus escritos puedan y hayan podido servir á sus veces de papel á todos los sostenedores de tesis. Si expone el determinismo cerebral de los actos intelectuales, los materialistas le cuentan entre los suyos; declara que entre el pensamiento y el cerebro hay la misma relacion que entre la hora y el reloj, y los espiritualistas le reclaman. En realidad no es nada más que fisiólogo, dando hechos

nuevos que vienen á rejuvenecer la eterna disputa de los especulativos.

Esta admirable buena fe en el dominio extraño de la fisiología y de la medicina, explica la aparente contradicción entre su fe científica y su incredulidad práctica. Tuvo siempre en el más alto grado este doble sentimiento, que la fisiología sería la base de una medicina segura de sí misma, y que la fisiología actual está todavía muy léjos de suministrar alguna certeza práctica. Sentía toda la importancia de sus propios descubrimientos, como fundamentos del edificio médico, pero no participaba de las ilusiones de aquellos que, con impaciencia de la que sonreía, los transportaban al dominio de las aplicaciones clínicas ó terapéuticas. Este conocimiento de las distancias, que hubiera descorazonado á los más valientes, no le emocionaba nunca, y no necesitaba para ser fuerte y perseverante, la ilusión de las esperanzas. Por otra parte, él que ense-

ñaba que la medicina es ó debe ser una ciencia, se mostraba muy escéptico enfrente de los médicos, y cuando hablaba, parecía que tenía siempre delante la sombra de Sganarello.

La *Introduction á l'Étude de la Médecine expérimentale* marca una nueva fase en la vida de Claudio Bernard. De esta época datan los escritos filosóficos que le abrieran las puertas de la Academia Francesa; de ésta los libros (*Recherches sur les propriétés des tissus vivants, leçons de pathologie expérimentale*, etc.) en los que la agrupación de los hechos sigue el paso á las demostraciones de detalles, y en donde se esfuerza, volviendo sobre la obra de sus descubrimientos antiguos, en colocar el estudio en toda la precisión y perfección que pueden traer los medios de acción de la ciencia actual.

Esto no es decir que se separe completamente de esas regiones de lo desconocido en que había hecho tan ricas

conquistas. Sus últimos trabajos acerca de la identidad de las propiedades del tejido y de las funciones elementales en el reino animal y el vegetal, sobre la anestesia por el cloroformo y el éter de los vegetales inferiores, y por consecuencia acerca de la generalidad de acción de las sustancias tóxicas, demuestran que no había muerto en él su genio creador.

Nuevos descubrimientos debían este año suministrar nueva prueba de su engendradora fecundidad. Sus amigos, sus discípulos, han recibido la confianza incompleta, y resulta por algunas palabras que se le escaparon, que la teoría de las fermentaciones iba a recibir de estas investigaciones ejecutadas durante las últimas vacaciones, claridad inesperada. Este trabajo considerable, del cual decía todavía cuatro días antes de morir: «está en estudio y se acabará,» se ha perdido para la ciencia.

El 31 de Diciembre le sorprendió el

frio en el laboratorio del Colegio de Francia; bien pronto se presentaron los escalofrios, la fiebre y los fenómenos especiales, signos de una nefritis. Nada pudo detener la marcha del padecimiento, del que seguía todos los progresos. Sin ilusion acerca de la fatal catástrofe, la miraba sereno, rechazando con una sonrisa los piadosos engaños de su familia científica. Era de aquellos cuya mirada no se espantaba de lo desconocido.

Deben agotarse y olvidarse los sentimientos personales ante este duelo de la ciencia, y sin embargo, no es solamente la pérdida de un grande hombre la que humedece los ojos de los que rodean su féretro; ¡cuánta benevolencia, qué alma tan sencilla, qué generosidad tan franca estaban unidas á su genio! Con la mano temblorosa, aún ensayo trazar y bosquejar algunos rasgos de este noble y gran carácter.

Nada en vida tan pura, tan armó-

nica, se separó del objeto principal. Conocimientos de literatura, de arte, de filosofía, Claudio Bernard no había cedido nada á estas pasiones nobles como fisiólogo; todas, por el contrario, le sirvieron en el desarrollo de la ciencia, con la que se había identificado, y de la que quedará como la expresión más completa y más elevada. Fué fisiólogo como ninguno lo había sido. «Claudio Bernard, decía un sabio extranjero, no es solamente un fisiólogo, es la misma fisiología.»

Su muerte parece marcar para la ciencia una era nueva. Por la primera vez en nuestro país, un hombre de ciencia va á recibir los honores públicos, reservados hasta aquí á las ilustraciones políticas ó guerreras. El Gobierno se ha honrado ayer pidiendo á las Cámaras, que lo acordaron por unanimidad, un crédito para sufragar el Estado los funerales solemnes del maestro que ya no existe. Y la palabra de M. Gambetta

en nombre de la comision, ha resumido cuanto pudiéramos decir: «La luz que acaba de apagarse, no se reemplazará.»

PAUL BERT.

Paris 12 de Febrero de 1878.



en nombre de la comisión, ha res-
tado en el poder de la comisión de la luz
que acaba de pagarse, no es sencilla-

zadas

Paul Henr.

Paris 13 de Febrero de 1844.

LA CIENCIA EXPERIMENTAL. 23

DEL PROGRESO EN LAS CIENCIAS FISIOLÓGICAS.

El método experimental, que desde hace tiempo se aplica con tanto éxito al estudio de los fenómenos de la ciencia de los cuerpos brutos, tiende en el día más y más á introducirse en el estudio de los fenómenos de los séres vivientes; pero muchos sabios dudan todavía de su utilidad real y creen que la espontaneidad vital será siempre un obstáculo insuperable á la aplicación de un método comun de investigación en las ciencias fisiológicas y en las ciencias fisico-químicas.

Estando desprovistos los cuerpos brutos de espontaneidad, las manifestaciones de sus propiedades permanecen encade-

nadas de una manera absoluta á las variaciones de las circunstancias que los rodean, lo cual permite al experimentador alcanzarlas fácilmente y modificarlas á su antojo.

Los seres vivientes están, por el contrario, dotados de espontaneidad, se nos aparecen como si estuvieran dotados de una fuerza interior que hace las manifestaciones de la vida tanto más independientes de las variaciones de las influencias exteriores, cuanto el sér está más elevado en la escala de la organizacion. En el hombre y en los animales superiores, esta fuerza vital parece tener por resultado sustraer al cuerpo viviente á las influencias físico-químicas generales, y hacerle así inaccesible á los procedimientos ordinarios de experimentacion. Por otra parte, todos los fenómenos de los animales vivientes están reunidos por la sensibilidad y sostenidos por ella en una armonía recíproca tal, que parece imposible separar una parte de su organismo sin producir inmediatamente un desórden en todo su conjunto.

Muchos médicos y naturalistas han ex-

plotado estos diversos argumentos para oponerse al uso de la experimentacion en los séres vivientes. Han admitido que la fuerza vital estaba en oposicion con las fuerzas fisico-químicas, que dominaba todos los fenómenos de la vida, los sujetaba á leyes en un todo especiales, y hacía del organismo un todo viviente al que el experimentador no podía tocar sin destruir el carácter de la misma vida. Cuvier, que participó de esta opinion y que creía que la fisiología debiera ser una ciencia de observacion y de deduccion anatómica, se expresaba así: «Todas las partes de un cuerpo viviente están unidas; no pueden obrar si no obran todas mancomunadamente. Querer separar una de la masa total, es llevarla al órden de las sustancias muertas, es cambiar enteramente su esencia» (1).

Si las objeciones precedentes fueran fundadas, sería necesario reconocer, ó bien que no hay *determinismo* posible en los fenómenos de la vida, lo cual sería ne-

(1) Lettre de Cuvier á J. C.—Mertrud, *Leçons d'anatomie comparée*, p. 5. Paris, año VIII.

gar pura y sencillamente la fisiología experimental, ó querer admitir que la fuerza vital debe estudiarse, segun un método particular, y que la ciencia de los cuerpos vivientes debe basarse sobre otros principios que la ciencia de los cuerpos inertes.

Estas ideas, que estuvieron florecientes en otras épocas, se desvanecen hoy en cada vez más, bajo la influencia de los progresos de la fisiología. Sin embargo, importa extirpar los últimos gérmenes, porque lo que todavía queda de ciertas ideas en algunos ánimos, constituye un verdadero obstáculo á la marcha de la ciencia fisiológica y de la medicina experimental. Me propongo demostrar que los fenómenos de los cuerpos vivientes están, como los de los cuerpos brutos, sometidos á un *determinismo* absoluto y necesario. La ciencia vital no puede emplear otros procedimientos ni tener otras bases que las de la ciencia mineral, y no hay ninguna diferencia que establecer entre los principios de las ciencias fisiológicas y los de las ciencias fisico-químicas.

es con estos los cuerpos vivientes no es
sino la consecuencia natural de ciertas
condiciones que son determinadas y nos
así fácil probar que en el fondo las ma-
nifestaciones de los cuerpos vivientes
son como las de los cuerpos inertes, es-
tan relacionadas á las mismas causas
y por tanto á las mismas leyes. Añadimos
que el problema que plantea el fisiólogo
y el médico experimental no es re-

I.

La espontaneidad de que gozan los seres vivientes no impide al fisiólogo aplicar el método experimental (1). En efecto, á pesar de esta espontaneidad, los seres vivientes no son independientes de las influencias del mundo exterior, y sus funciones están constantemente unidas á las condiciones que arreglan la aparición de una manera determinada y necesaria.

Desde el momento en que se penetra en el estudio de los mecanismos propios á los fenómenos de la vida, nos apercibimos bien pronto que la espontaneidad aparente

(1) Remito al lector, para la demostración técnica de estas consideraciones, á mi obra *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*.—Paris, 1865.

de que gozan los cuerpos vivientes no es sino la consecuencia natural de ciertas circunstancias bien determinadas, y nos será fácil probar que en el fondo, las manifestaciones de los cuerpos vivientes, así como las de los cuerpos brutos, están relacionadas á *condiciones de orden puramente fisico-químicas*. Añadiremos que el problema que plantean el fisiólogo y el médico experimentador, no es remontarse á la causa principal de la vida, sino únicamente llegar al conocimiento de esas condiciones fisico-químicas determinantes de la actividad vital.

Hagamos notar de antemano que la independencia del sér viviente en el medio cósmico ambiente, no aparece sino en los organismos completos y elevados.

En los séres inferiores reducidos á un organismo elemental, como los séres inferiores, infusorios, etc., no hay independencia real. Estos séres no manifiestan las propiedades vitales de que están dotados, casi siempre muy activas, sino bajo la influencia de la humedad, de la luz, del calor exterior, y desde el momento en que una ó muchas de estas con-

diciones faltan, la manifestacion viviente cesa, porque los fenómenos fisico-químicos que les son paralelos se detienen. Muchos de estos animales caen en este caso en una especie de *vida latente*, que no es otra cosa que un estado de indiferencia química del cuerpo organizado frente á frente del mundo exterior. Esta suspension completa de las manifestaciones aparentes de la vida es susceptible de durar un tiempo algunas veces hasta indefinido. Spallanzani ha visto reaparecer la vitalidad bajo la influencia de una gota de agua en el tizon del trigo atizonado inertes y desecados desde hacía treinta años (1). En este caso el agua, restituida al cuerpo, ha hecho sencillamente reaparecer los fenómenos químicos, y ha permitido á los tejidos manifestar sus propiedades vitales.

En los vegetales, los fenómenos de la

(1) Spallanzani, *Observations et expériences sur quelques animaux surprenants que l'observateur peut à son gré faire passer de la mort à la vie.* Œuvres in 8.º, pág. 203.

vida están ligados igualmente, en cuanto á sus manifestaciones, á las condiciones de calor, de humedad y de luz del medio ambiente, y esto constituye la influencia de las estaciones, tan conocida y apreciada por todos.

Sucede lo mismo para los animales de sangre fría; los fenómenos de la vida se duermen ó despiertan en ellos, segun las mismas condiciones climatológicas de calor, de frio, de humedad ó de sequedad.

Siendo el calor, la luz y la electricidad, los excitantes de los fenómenos fisico-químicos de tal manera que su influencia provoca, acelera ó retarda las manifestaciones vitales en los séres vivientes, resulta que son exactamente los mismos agentes los que provocan, retardan y aceleran las manifestaciones minerales en los cuerpos brutos.

Léjos de ver, á ejemplo de los vitalistas, una especie de oposicion ó de incompatibilidad entre las condiciones de las funciones vitales y las condiciones de las acciones minerales, es necesario, por el contrario, asegurar entre estos órdenes

de fenómenos un paralelismo completo y una relación directa y necesaria.

Esta relación es más estrecha en los seres inferiores vegetales y animales de sangre fría; pero en el hombre y los animales de sangre caliente existe en general una independencia evidente entre las funciones del organismo y las condiciones del medio ambiente. Los fenómenos vitales no sufren en sus manifestaciones la influencia de las alternativas de las estaciones ni la de las variaciones cósmicas. A consecuencia de un mecanismo protector más completo, el animal posee y sostiene dentro de él, en un *medio interior* que le es propio, las condiciones de humedad y de calor necesarias para las manifestaciones de los fenómenos vitales. Estando suficientemente protegido el organismo en el animal de sangre caliente, no se pone sino con mucha dificultad en equilibrio con el *medio exterior*: guarda en estufa caliente sus órganos, conservándolos así su actividad vital. De la misma manera vemos en las estufas de nuestros jardines manifestarse una actividad vital vegetativa, independiente de

los calores y de las escarchas exteriores, pero en relacion, sin embargo, de una manera íntima y necesaria á las condiciones fisico-químicas de la atmósfera interior de la estufa.

Las manifestaciones de la vida que observamos en el hombre ó en el animal superior, son mucho más complexas que se nos aparecen; pero es necesario no olvidar jamás que cualquiera que sea su complexidad son siempre la resultante de las propiedades íntimas de una multitud de elementos orgánicos cuya actividad está unida á las condiciones fisico-químicas de los medios internos en que se hallan sumergidas. Suprimimos en nuestras explicaciones el medio interior, que no vemos, para considerar únicamente el medio exterior, que está á nuestra vista, y de esta manera podríamos creer, equivocadamente, que hay en el sér viviente una fuerza vital que viola las leyes fisico-químicas del medio cósmico general.

Las máquinas vivientes están creadas y construidas de tal manera, que, perfeccionándose, se hacen más y más independientes en el mundo exterior; pero no por

esto existe ménos la determinacion vital en su medio interno, que á consecuencia de este mismo perfeccionamiento se aísla más y más del medio cósmico general. Las máquinas que crea la inteligencia humana, aunque infinitamente más groseras, poseen tambien una independencia que es la expresion del juego de su mecanismo interior. Una máquina de vapor posee una actividad independiente de las condiciones fisico-químicas del medio exterior, porque á pesar del frio, del calor, de la humedad ó de la sequedad, la máquina continúa marchando; pero para el físico que descende al interior de esta máquina, encuentra que esta independencia es únicamente aparente, y que el movimiento de cada rueda interior está determinado por condiciones físicas absolutas, y de las cuales conoce la ley. Lo mismo sucedería para el fisiólogo si pudiera descender al medio interior de la máquina viviente; encontraría un determinismo que debe convertirse para él en la base real de la ciencia experimental de los cuerpos vivos.

Para comprender la experimentacion

sobre los séres vivientes de una organizacion elevada, es necesario de todo punto tener en cuenta los dos medios: el *medio cósmico* ó *extra-orgánico*, comun á los séres vivientes y á los cuerpos brutos, y el *medio intra-orgánico*, que es especial á los séres vivientes. Este último medio, que está en relacion con nuestros elementos orgánicos activos, nervios, músculos, glándulas, etc., está formado por todos los líquidos intra-orgánicos y blastemáticos (1). Encontramos en este medio interno líquido las condiciones de temperatura, el aire y los alimentos disueltos en el agua, que hemos dicho anteriormente (2); todos los elementos orgánicos activos que componen nuestro organismo son necesariamente acuáticos, y solamente por un ár-

(1) Véase Claudio Bernard, *Leçons de physiologie expérimentale appliquée à la médecine*. Paris, 1855-56, dos tomos.—*Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux*. Paris, 1852, dos tomos.—*Leçons sur les propriétés physiologiques des liquides de l'organisme*. Paris, 1852, dos tomos.

(2) Véase *Étude sur la physiologie du cœur*, página 316.



tificio de construcción puede existir y moverse nuestro cuerpo en el aire seco.

La medicina experimental ó científica se fundará principalmente sobre el conocimiento de las propiedades del medio intra-orgánico.

Cuando un medicamento ejerce su acción sobre nosotros, no obra en nuestro estómago, sino únicamente en nuestro medio intra-orgánico, después de haber penetrado en nuestra sangre y haberse puesto en contacto con nuestras partículas organizadas. Dirigiendo mis estudios en fisiología, la idea de este medio interior me ha servido para determinar de una manera más precisa la acción de las sustancias tóxicas sobre los diversos elementos de nuestro cuerpo (1); pero además resultan de esta consideración nuevos puntos de vista, que están destinados á guiar al fisiólogo en sus experimentaciones y á servir de base á la vez á la fisiología y á la patología general. En efecto: bajo el punto de vista médico ó terapéu-

(1) Véase *Estudios fisiológicos sobre algunos venenos americanos*, el Curare.

tico, no podríamos encontrar, ni en el hombre ni en los animales elevados, una independencia vital con respecto á los venenos y á los medicamentos. Podemos, á voluntad, modificar los fenómenos de la vida ó apagarlos, haciendo penetrar sustancias activas en nuestra sangre ó en nuestro medio interno; pero sería una ilusion ver en todas estas modificaciones, tan variadas y múltiples del organismo, solamente la expresion indeterminada de una fuerza vital cualquiera (1). Dependen todas, por el contrario, de condiciones físico-químicas precisas, sobrevenidas en nuestro medio interior ó en los elementos histológicos de nuestros tejidos.

En otro tiempo creyó Buffon que debía existir en el cuerpo de los séres vivientes un elemento orgánico particular que no se encontraría en los cuerpos minerales (2). Los progresos de las ciencias químicas han destruido esta hipótesis, demostrando que el cuerpo viviente está

(1) Claudio Bernard, *Leçons sur les effets des substances toxiques et medicamenteuses*. Paris, 1857.

(2) Buffon, *Œuvres complètes, publiées par Lacépède*, t. IX, pág. 25.

exclusivamente constituido por los materiales simples ó elementales sacados del reino mineral.

Se ha podido creer lo mismo respecto á la actividad de una fuerza especial para la manifestacion de los fenómenos de la vida; pero los progresos de las ciencias fisiológicas destruyen igualmente esta hipótesis, haciendo ver que las propiedades vitales no tienen por sí mismas más espontaneidad que las propiedades minerales, y que son las mismas condiciones físico-químicas generales las que presiden á las manifestaciones de las unas y de las otras.

No se quiera inferir de lo que acabamos de decir, que asimilamos los cuerpos vivos á los brutos; el sentido comun protestaría inmediatamente contra semejante confusion. Es evidente que los cuerpos vivientes no se comportan como los cuerpos inanimados. Se trata únicamente de caracterizar y definir bien su diferencia, porque es un punto capital para comprender perfectamente la ciencia fisiológica experimental.

De todas las definiciones de la vida, la que es, á la vez, ménos comprometedora y más verdadera, es la que da la *Enciclo-*

pedia: «La vida es lo contrario de la muerte.» Esta definicion es de una franca claridad, y, sin embargo, no podríamos decir nada mejor, porque no sabremos nunca lo que es la vida en sí. En nuestra opinion, un cuerpo es viviente, porque es capaz de morir, y porque está de manera organizado, que, por el juego natural de sus funciones, sostiene su organizacion durante cierto tiempo, y se perpetúa en seguida por la formacion de individuos de su especie semejantes á él. La vida tiene, por lo tanto, su esencia en la fuerza, ó mejor en la idea directriz del desarrollo orgánico; la fuerza vital, comprendida de esta manera, constituía la fuerza medica-triz de Hipócrates, la fuerza seminal y el *archeus faber* de Van Helmont.

Si me viera precisado á definir la vida con una palabra, diría: «La vida es la *creacion*.» En efecto, la vida para el fisiólogo no podría ser otra cosa que la causa primera creadora del organismo que se nos escapará siempre como todas las primeras causas. Esta causa se manifiesta por la organizacion; durante toda su duracion, el sér viviente está bajo el imperio

de esta influencia vital creadora, y llega la muerte natural cuando la creación orgánica no puede realizarse.

El espíritu del hombre no puede concebir un efecto sin causa; la presencia de un fenómeno despierta en él la idea de causalidad, y toda la ciencia humana consiste en remontar de los efectos observados á sus causas; pero siempre han distinguido los filósofos y los sabios dos órdenes de causas: las *causas primeras* y las *causas segundas* ó *próximas*. Las causas primeras, que son relativas al origen de las cosas, nos son absolutamente impenetrables; las causas próximas, que son relativas á las condiciones de manifestación de los fenómenos, están á nuestro alcance, y pueden dársenos á conocer experimentalmente. Newton ha dicho: aquel que se dedique al estudio de las primeras causas, da sólo, por este hecho, la prueba de no ser un sabio. En efecto, esta investigación es estéril, porque nos plantea problemas inabordables por medio del método experimental.

Resumiendo: Hay en un fenómeno vital, como en todo fenómeno natural, dos

órdenes de causas: al principio, una causa primera, creadora, legisladora y *directora* de la vida é inaccesible á nuestros conocimientos; luégo una causa próxima ó *ejecutiva* del fenómeno vital, que es siempre de naturaleza físico-química, que cae bajo el dominio del experimentador. La causa primera de la vida da la evolucion ó *la creacion de la máquina organizada*; pero la máquina, una vez creada, funciona en virtud de las propiedades de sus elementos constituyentes y bajo la influencia de las condiciones físico-químicas que obran sobre ellos. Para el fisiólogo y el médico experimentador, el organismo viviente es una máquina admirable, dotada de propiedades las más maravillosas, puesta en accion por medio de los mecanismos más complexos y más delicados. Es una máquina, de la que se debe analizar y determinar el mecanismo, con objeto de poderle modificar, porque la muerte accidental no es sino la dislocacion ó la destruccion del organismo á consecuencia de la ruptura ó de la detencion de accion en uno ó muchos de estos mecanismos vitales.

II.

La investigación de las causas primeras, hemos dicho, no es del dominio de la ciencia. Cuando llega el experimentador al *determinismo* no le es dable ir más allá; y bajo este concepto, el límite de su conocimiento es el mismo en las ciencias del cuerpo viviente y en las ciencias de los cuerpos brutos.

Nuestra propia naturaleza nos lleva á buscar la causa primera, es decir, la esencia ó el *por qué* de las cosas; bajo este punto de vista, vamos más léjos que la meta que nos es dado alcanzar, porque la experiencia nos enseña en seguida que no podemos pasar del *cómo*, es decir, al *determinismo* que da la causa próxima ó la condicion de existencia de los fenómenos.

Lo que llamamos *determinismo* de un fenómeno no es otra cosa que la *causa determinante* ó la causa próxima, es decir, la circunstancia que determina la aparición del fenómeno y constituye su condición ó una de las condiciones de existencia. La palabra *determinismo* tiene una significación muy distinta de la palabra *fatalismo*. El fatalismo supone la manifestación necesaria de un fenómeno independientemente de sus condiciones, en tanto que el determinismo no es nada más que la condición necesaria de un fenómeno, del cual no es forzosa la manifestación. El fatalismo es, por lo tanto, anticientífico, lo mismo que el indeterminismo.

Cuando por un análisis experimental sucesivo encontramos la causa próxima ó la condición elemental de un fenómeno, hemos llegado al objeto científico que no podremos jamás traspasar.

Cuando sabemos que el agua con todas sus propiedades resulta de la combinación del oxígeno y del hidrógeno en proporciones definidas, y conocemos la condición de esta combinación, sabemos todo lo que debemos saber científicamente de este he-

cho; pero esto responde al *cómo* y no al *por qué* de las cosas. Sabemos cómo se puede hacer el agua; pero por qué la combinación de un volúmen de oxígeno y dos volúmenes de hidrógeno dan el agua, no lo sabemos, no podemos saberlo y no debemos buscarlo.

En medicina, como en química, no es científico plantear la cuestión del por qué; esto nos conduciría únicamente á las cuestiones insolubles y sin aplicacion. ¿Sería para mofarse de esta tendencia anticientífica de la medicina que resulta de la carencia del sentimiento de este límite de nuestros conocimientos, el haber puesto nuestro Molière en boca de un candidato ó doctor, á quien le preguntaba por qué el opio hacía dormir, la siguiente contestacion: *Quia est in virtus dormitiva, cujus est natura sensus assoupire?* Esta respuesta, que parece absurda ó vana, es, sin embargo, la única que podría hacerse.

De la misma manera, si se quisiera responder á esta pregunta: «¿Por qué el hidrógeno combinándose con el oxígeno engendra el agua?» Nos veríamos obligados á decir: «porque hay en el hidróge-

no una propiedad capaz de engendrar el agua.»

Es, por lo tanto, una cuestion absurda la cuestion del por qué, porque encierra una respuesta vana ó ridícula. Vale más reconocer que no sabemos y que este es el límite de nuestros conocimientos. Podemos saber cómo y en qué condiciones el opio hace dormir; pero nunca sabremos el por qué.

Las propiedades de la materia viviente no pueden manifestarse y conocerse sino por sus relaciones con las propiedades de la materia bruta, de lo cual resulta que las ciencias fisiológicas experimentales tienen por base necesariamente las ciencias físico-químicas, á las cuales toman sus procedimientos de investigacion y sus medios de accion. El cuerpo viviente, sin género de dudas, está provisto de propiedades y de facultades en todo especiales á su naturaleza, como la plasticidad orgánica, la contractilidad, la sensibilidad, la inteligencia; sin embargo, todas estas propiedades y todas estas facultades, sin excepcion, de cualquier orden que sean, encuentran su determinismo, es decir, sus

medios de manifestacion y de accion en las condiciones físico-químicas de los medios exterior é interior del organismo. Pero en los fenómenos vitales, más todavía que en los fenómenos minerales, la condicion de existencia de un fenómeno no podría enseñarnos nada acerca de su naturaleza. Cuando sabemos que la excitacion exterior de ciertos nervios y que el contacto físico y químico de la sangre, á cierta temperatura, con los elementos nerviosos cerebrales, son necesarios para manifestar el pensamiento, así como los fenómenos nerviosos é intelectuales; esto nos indica el determinismo ó la condicion de existencia de estos fenómenos; pero esto nada nos enseñaría acerca de la naturaleza primera de la inteligencia. Lo mismo nos sucede cuando sabemos que el frote y las acciones químicas desarrollan electricidad; esto no indica nada más que el determinismo ó las condiciones del fenómeno, pero no enseña nada acerca de la naturaleza primera de la electricidad.

El experimentador puede modificar todos los fenómenos de la naturaleza que están á su alcance.

Por una disposicion que debemos encontrar, sin duda, muy sábia, no le es dado obrar nunca sobre los cuerpos celestes; por esta razon está condenada la astronomía á ser siempre una *ciencia de observacion* pura: «Sobre la tierra, dice Laplace, hacemos variar los fenómenos por los experimentos; en el cielo observamos con cuidado todo lo que nos ofrecen los movimientos celestes (1).»

Entre las ciencias de los fenómenos terrestres, que son las únicas llamadas á ser *ciencias de experimentacion*, las ciencias minerales han sido las primeras, á causa de la gran sencillez de sus fenómenos, accesibles, por lo tanto, al experimentador; pero indebidamente se ha querido excluir la experimentacion de la ciencia de los séres vivientes, diciendo que el organismo se aísla como un mundo pequeño (*microcosmo*) dentro del gran mundo (*macrocosmo*) y que su vida representa el resultado de un todo ó de un sistema invisible, del cual no podemos nada más

(1) Laplace, *Système du monde*, ch. II.

que observar los efectos sin modificarlos.

Si la medicina, por ejemplo, quisiera ser sólo una ciencia de observacion, el médico debería contentarse con observar los enfermos y concretarse á predecir la marcha y el resultado de sus enfermedades, pero sin llegar á ellas como el astrónomo no llega nunca á sus planetas. Pues bien, el médico experimenta desde el momento que da un remedio activo, porque es una verdadera experiencia que hace ensayando el producir una modificacion cualquiera en los síntomas de la enfermedad. La experimentacion científica debe fundarse sobre el conocimiento del *determinismo* de los fenómenos, porque de otra manera la experimentacion es ciega y empírica. Debe seguirse el *empirismo* como un período necesario de la evolucion de la medicina experimental; pero no debe erigirse en sistema, como han querido algunos médicos.

Puede aplicarse la experimentacion á todos los fenómenos naturales de cualquier orden que sean, y esto se comprende, porque el experimentador no engendra los fenómenos; única y exclusivamen-

te obra sobre su estado anterior, es decir, sobre la condicion físico-química que precede y determina inmediatamente la manifestacion.

Quando el experimentador enfría un cuerpo líquido para hacerle cristalizar, no obra sobre la cristalización, que es la propiedad innata de la materia mineral, no hace nada más que determinar la condicion en la que tiene lugar. Quando se calienta á 100 grados el cloruro de nitrógeno y se produce una explosion, fuente á la vez de movimiento y de calor, no se obra sobre la explosion en sí misma, únicamente se coloca á una temperatura de 100 grados, que es la condicion determinante de la explosion.

Sucede idénticamente en los fenómenos orgánicos.

Quando colocamos, por ejemplo, glóbulos de levadura de cerveza en un líquido azucarado, que se sostiene á una temperatura inferior á — 10 grados, no pasa nada en el líquido; la levadura, adormecida, queda sin accion sobre el azúcar, y no se forma ni ácido carbónico ni alcohol. Pero si se eleva la temperatura á + 30 grados,

bien pronto aparece la fermentacion con gran actividad. En este caso todavía no se obra sobre la propiedad de fermentacion, que es esencial é innata á la levadura; no se hace más que producir las condiciones fisico-químicas, bajo la influencia de las que se detiene ó se manifiesta la fermentacion.

Si tomamos nuestros ejemplos en los fenómenos más elevados y más misteriosos de los séres vivientes, veremos que la aplicacion de la experimentacion debe comprenderse de la misma manera.

Lo que pasa todos las dias á nuestra vista durante la incubacion del huêvo de gallina debiera maravillarnos y demostrarnos nuestra ignorancia; pero por hábito cesamos de asombrarnos de los fenómenos vulgares porque cesamos de reflexionar.

Se ha comparado la evolucion silenciosa que se verifica en este huevo á la armonía de un cuerpo celeste en el espacio. Van Helmont, que se nos aparece como un espíritu luminoso en medio de las tinieblas de la Edad Media, había colocado en el huevo un *arqueus faber*, ó una *idea*,

que dirigía la evolución (1). Parece, en efecto, que en este fenómeno existe una idea que se desarrolla, porque desde el momento todo está coordinado, todo está previsto, no solamente para la evolución del sér, sino para su sostenimiento funcional durante la vida entera, porque la nutrición no es sino la generación continuada.

Si recurrimos, guiados por la curiosidad, á la ciencia moderna, veremos que en el huevo la parte esencial se reduce á una pequeña vesícula ó célula microscópica; todo el resto del huevo, yema y clara, no son sino materiales nutritivos destinados á suministrar el desarrollo que debe efectuarse fuera del cuerpo materno. Nos veríamos, por lo tanto, obligados á colocar en la sencillísima célula microscópica que compone el huevo de todos los animales, una idea evolutiva de tal manera compleja, que no solamente contiene todos los caracteres específicos del sér, sino que retrata además todos los detalles

(1) Véase J. Guislain, tesis sur Van Helmont, *La Nature*, etc., pag. 164.



de la individualidad. Así en el hombre una enfermedad, que aparecerá por herencia veinte ó treinta años más adelante, se encuentra ya en gérmen en esta vesícula misteriosa.

Pero esta idea específica contenida en el huevo no se manifiesta y no se desarrolla por sí misma, sino bajo la influencia de condiciones puramente fisico-químicas. Como nuestra célula de levadura de cerveza, la célula del huevo queda adormecida por temperaturas bajas, y solamente á + 35 grados manifestará su actividad la idea orgánica.

Me detengo aquí. Los ejemplos que he citado, y que se refieren todos á hechos bien conocidos, me parecen suficientes para expresar mi sentimiento y hacer comprender mi pensamiento. El experimentador ó el *determinista* debe, por lo tanto, limitarse únicamente á observar los fenómenos de la naturaleza para encontrar solamente su causa determinante, sin querer, para explicarlos en sus causas primeras, recurrir á sistemas que pueden halagar su orgullo, pero que no hacen en realidad sino velar su ignorancia.

Se debe cesar de establecer entre los fenómenos de los cuerpos vivientes y los fenómenos de los cuerpos brutos una diferencia que se funde sobre que se puede conocer la naturaleza de los primeros y se debe ignorar la de los segundos.

La única verdad es, que la naturaleza ó la esencia de todos los fenómenos, sean universales ó vitales, nos queda completamente desconocida, se ignora tan totalmente por el químico y el físico la esencia del fenómeno universal más sencillo, como por el fisiólogo la esencia de los fenómenos intelectuales ó la causa primera de otro fenómeno vital cualquiera. Se concibe esto fácilmente: El conocimiento de la naturaleza íntima de las cosas ó el conocimiento de lo absoluto, exigiría para el más sencillo fenómeno el conocimiento del universo entero; porque es evidente que un fenómeno del universo es un rayo cualquiera de este universo, en la armonía del que entra necesariamente á formar parte. El conocimiento de lo absoluto sería el conocimiento que no dejara nada fuera de él. El hombre persigue este conocimiento por sentimien-

to; pero es claro que no podrá poseerlo en tanto que él ignore alguna cosa, y la razon nos dice que siempre será así.

No siempre la razon, áun sirviendo de correctivo al sentimiento, le hace desaparecer. El hombre corrigiéndose, no cambia sin embargo su naturaleza; su sentimiento, rechazado sobre un punto, reaparece y se aclara en otro. De esta manera, la experiencia, que á cada paso demuestra al sabio que su conocimiento es limitado, no apaga en él el sentimiento natural que le conduce á creer que la verdad absoluta es de su dominio. El hombre se conduce instintivamente, como si debiera llegar, y el por qué incesante que dirige á la naturaleza, es la prueba.

Sería, por otra parte, un mal para la ciencia, que la razon ó la experiencia apagarán por completo el sentimiento ó la aspiracion hácia lo absoluto. El sabio pasaría entónces del objeto del método experimental, como aquel que, para enderezar una rama, la rompiera, haciendo cesar en ella toda sávia y toda vegetacion. Como veremos más adelante, la esperanza de alcanzar la verdad, constante-

mente muerta, renaciendo constantemente es la que sostiene y sostendrá siempre á las generaciones sucesivas en su ardor apasionado en estudiar los fenómenos de la naturaleza. El papel particular de la ciencia experimental es enseñarnos lo que ignoramos, demostrándonos que el límite de nuestros conocimientos es el determinismo; pero, por una maravillosa compensación, á medida que la ciencia hiere nuestros sentimientos y abate nuestro orgullo, aumenta nuestro poder. El sabio que ha llegado con el análisis experimental hasta el determinismo de un fenómeno, ve con claridad que ignora el fenómeno en su causa primera, pero se ha hecho maestro; el instrumento que posee le es desconocido en su esencia, pero conoce la manera de usarle. Ignoramos la esencia del fuego, de la electricidad, de la luz, y, sin embargo, arreglamos sus fenómenos en nuestro provecho. Ignoramos la esencia de la vida, pero no por esto dejamos de arreglar los fenómenos vitales desde que conocemos suficientemente las condiciones de su existencia. La única diferencia es, que en los fenómenos vitales

se alcanza con más dificultad el determinismo, porque las condiciones son infinitamente más complejas y más delicadas, y además están combinadas las unas con las otras.

No colocándose el físico y el químico fuera del universo, pueden estudiar aisladamente los fenómenos y los cuerpos, sin verse obligados, para comprenderlos, á relacionarlos al conjunto de la naturaleza; pero el fisiólogo, encontrándose, por el contrario, fuera del organismo animal, puede ver su conjunto, debe tener cuenta de la armonía de este conjunto, al mismo tiempo que trata de penetrar en el interior para analizar el mecanismo de cada una de sus partes. De esto se deduce que el físico y el químico pueden rechazar toda idea de causas finales en los hechos que se observan, en tanto que el fisiólogo, por el contrario, está obligado á admitir una finalidad armónica y preestablecida en el cuerpo organizado, y en el cual todas las acciones particulares son solidarias y generadoras las unas de las otras.

Si por medio de un análisis experimen-

tal se descompone el organismo viviente aislando sus diversas partes, no es para concebirlas separadamente. Cuando se quiere dar á la propiedad fisiológica de un órgano ó de un tejido todo su valor y su verdadera significacion, es siempre necesario relacionarle al organismo, y no sacar conclusiones sobre él sino relativamente á sus efectos en el conjunto organizado. Es necesario, en una palabra, reconocer que el determinismo en los fenómenos de la vida es no solamente un determinismo muy complejo, sino que es á la vez un determinismo armónicamente subordinado. Los fenómenos fisiológicos, tan complicados en los animales superiores, están constituidos por una serie de fenómenos más sencillos que se engendran los unos á los otros, asociándose ó continuándose á un objeto comun.

Por lo tanto, el objeto esencial para el fisiólogo es determinar por el análisis experimental las condiciones elementales de los fenómenos fisiológicos complejos y establecer la subordinacion natural, á fin de comprender y seguir las diversas combinaciones en los mecanismos tan varia-

dos que nos ofrecen los seres vivientes. El emblema antiguo representado por una serpiente que forma un círculo mordiéndose la cola, da una imagen bastante justa de la vida. En efecto, el organismo vital está formado por un circuito cerrado, pero este circuito tiene cabeza y cola, en el sentido de que todos los fenómenos vitales no tienen la misma importancia, aún cuando sean conexos y se sigan en el cumplimiento del *círculo vital*. De esta manera, los órganos musculares y nerviosos sostienen la actividad de los órganos que preparan la sangre ó el medio interior; pero la sangre á su vez nutre los órganos que la producen. Existe una solidaridad orgánica y social que sostiene en la economía animal un movimiento tan pronto muerto como renaciendo, hasta el momento en que un desarreglo ó la detención de acción de un elemento orgánico necesario acarrea un desorden en el juego de la máquina viviente ó provoca una suspensión definitiva.

El problema del médico experimentador, consiste, por lo tanto, en encontrar el *determinismo sencillo* de un desarreglo

orgánico complicado, es decir, en descubrir la condicion del fenómeno patológico inicial que produce los demas consecutivamente por un *determinismo complejo*, que no es en sí mismo sino el encadenamiento de un mayor ó menor número de *determinismos simples*.

Una vez asido el determinismo del fenómeno inicial, será el hilo de Ariadna que dirigirá al experimentador, y le permitirá salir del laberinto en apariencia tan oscuro de los fenómenos fisiológicos y patológicos. Comprenderá desde el momento, cómo una sucesion de determinismos, subordinados unos á otros, engendra un conjunto lógico de fenómenos, reproduciéndose casi siempre con el mismo tipo, como las individualidades patológicas que pertenecen á una especie definida. En el estado fisiológico, estos tipos constituyen las funciones; en el estado patológico las enfermedades. La produccion de una enfermedad, para Van Helmont, se debía á la evolucion de una idea morbosa (*idea febrilis*), y para los médicos de la actualidad es todavía la expresion de una *entidad morbosa*. Los envenenamientos, como las

enfermedades, se relacionan á un determinismo complejo, teniendo por determinismo inicial la accion del veneno sobre un elemento organizado, pudiendo muy bien intervenir en seguida en los determinismos secundarios condiciones que se pueden llamar vitales, porque no se producen nunca fuera del organismo viviente sano ó enfermo (1).

Por último, el conocimiento del determinismo fisico-químico inicial de los fenómenos complexos fisiológicos ó patológicos es el único que permitirá al fisiólogo obrar racionalmente sobre los fenómenos de la vida y extender sobre ellos su poder, de una manera tan segura, como lo hacen el físico y el químico para los fenómenos de los cuerpos brutos.

Casi nunca podríamos abusar de nues-

(1) Podría citar muchos ejemplos para probar lo que adelanto. Me reduciré á recordar mis investigaciones sobre la accion del curare, en las que se puede ver cómo la lesion fisica de una extremidad nerviosa motora reacciona sucesivamente sobre los demas elementos vitales y produce determinismos secundarios, que van complicándose más y más hasta producir la muerte.

tra potencia, porque obedecemos á la naturaleza en lugar de mandarla. No podemos en realidad conocer los fenómenos de la naturaleza sino por su relacion con su causa determinante ó próxima. Por esta razon, la ley no es otra cosa que esta relacion establecida numéricamente de modo que se prevea la relacion de causa á efecto en todos los casos. Por esta relacion, establecida por la observacion, el astrónomo puede predecir los fenómenos celestes: esta misma relacion, establecida por la observacion y la experiencia, permite al químico y al fisiólogo, no sólo predecir los fenómenos de la naturaleza, sino modificarlos á su antojo, y con seguridad, siempre que no se salga de las relaciones que le ha indicado la experiencia, es decir, de la ley. Quiere decir esto, en otras palabras, que no podemos gobernar los fenómenos de la naturaleza sino sometiéndonos á las leyes que los rigen.

El experimentador no puede cambiar las leyes de la naturaleza. Obra sobre los fenómenos cuando conoce el determinismo fisico-químico; pero no le es dado crear las piezas ni disminuirlas; no puede

sino modificarlas. Las condiciones físico-químicas de los fenómenos son tanto más fáciles de analizar y de precisar, cuanto más sencillo es el fenómeno; pero en el fondo y en todos los casos, como hemos dicho, la causa primera del fenómeno queda completamente impenetrable.

El experimentador, por lo tanto, *puede más que sabe*, y cualquiera que sea la manera que su espíritu conciba las fuerzas naturales, vitales ó minerales, su problema es siempre el mismo: determinar las condiciones materiales en las que aparece un fenómeno; despues, siendo conocidas estas condiciones, realizarlas ó no, para hacer aparecer ó desaparecer el fenómeno. Para producir un fenómeno nuevo, el experimentador no hace otra cosa que realizar nuevas condiciones fenomenales; pero no crea nada, ni como fuerza ni como materia.

Al final del siglo pasado proclamó la ciencia una gran verdad, á saber: que tocante á la materia, nada se pierde ni nada se crea en la naturaleza; todos los cuerpos, cuyas propiedades varían sin cesar á nuestra vista, no son nada más que tras-

mutaciones de agregados de materias equivalentes en peso.

En estos últimos tiempos ha proclamado la ciencia una segunda verdad, de la que todavía persigue la demostración, y es casi el complemento de la primera, á saber, que con respecto á las *fuerzas* nada se pierde y nada se crea en la naturaleza; de donde se deduce que todas las fuerzas de los fenómenos del universo, no son sino transformaciones equivalentes de unas en otras fuerzas.

Sin querer abordar en este momento la cuestión de la naturaleza de las fuerzas minerales y vitales, me basta decir que las dos verdades enunciadas son universales, y que abrazan los fenómenos de los cuerpos brutos así como los de los cuerpos vivientes.

Como consecuencia de lo que precede, vemos que todos los fenómenos de cualquier orden que sean, existen virtualmente en las leyes inmutables de la naturaleza, y que se manifiestan cuando se han realizado sus condiciones de existencia.

Los cuerpos y los seres que están en la superficie de la tierra demuestran la

relacion armoniosa de las condiciones cósmicas de nuestro planeta y de nuestra atmósfera con los seres cuya vida es posible en estas condiciones.

Diferentes condiciones cósmicas harían necesaria la aparición de otro mundo en el que se manifestarían todos los fenómenos que encontrarán condiciones de existencia y en el que desaparecerían todos aquellos que no pudieran desarrollarse; pero cualesquiera que fueran las variedades de los fenómenos infinitos que concibiéramos sobre la tierra, aún colocándonos imaginariamente en todas las condiciones cósmicas que pudiéramos soñar, nos veríamos siempre obligados á admitir que todo pasaría según las leyes de la física, de la química y de la fisiología, que existen desde toda eternidad anterior á nosotros, y que en todo lo que sucediera no habría nada creado ni en fuerza ni en materia y única y exclusivamente se verificaría producción de relaciones diferentes, y por consecuencia *creación* de seres y fenómenos nuevos.

Cuando un químico hace aparecer un nuevo cuerpo en la naturaleza, no debe

energullecerse de haber creado las leyes que le dieron nacimiento, no ha hecho otra cosa que realizar las condiciones que exigía la ley creadora para manifestarle. Lo mismo sucede para los cuerpos organizados; un químico y un fisiólogo no podrían hacer aparecer los seres vivientes nuevos en sus experimentos sino obedeciendo á las eternas leyes de la naturaleza.

III.

El método experimental tiene por objeto encontrar el determinismo ó la causa próxima de los fenómenos de la naturaleza. El principio sobre que descansa es la *certeza* de que existe este determinismo; su procedimiento de investigación es la *duda* filosófica; su criterio el *experimento*. En otras palabras, el sabio cree de una manera absoluta en la existencia del determinismo que busca; pero duda siempre haberle encontrado. Por esta razón está obligado á referirse al experimento. Es el método experimental la expresión natural del espíritu humano marchando en busca de las verdades científicas que están fuera de nosotros. Cada hombre se forma de antemano las ideas acerca de lo que ve, y debe interpretar

los fenómenos de la naturaleza con anticipacion ántes de conocerlos por la experiencia. Esta tendencia es espontánea; una idea preconcebida ha sido y será siempre el primer vuelo de un espíritu investigador. El método experimental tiene por objeto transformar esta concepcion à *priori*, fundada sobre una intuicion ó un vago sentimiento de las cosas, en una interpretacion à *posteriori*, establecida y basada sobre el estudio experimental de los fenómenos. Por esta razon se ha llamado el método experimental *método à posteriori*.

El espíritu ha pasado por tres períodos necesarios en su evolucion. Al principio el *sentimiento*, imponiéndose á la razon, creó las verdades de fe; es decir, la teología. La *razon* ó la filosofía, enseñoreándose inmediatamente, da nacimiento á los sistemas de la escolástica. Por último, la *experiencia*, es decir, el estudio de los fenómenos naturales, enseña al hombre que las verdades del mundo exterior no se encuentran formuladas desde el primer momento ni en el sentimiento ni en la razon. Son nuestros guías indispensables; pero para alcanzar estas verdades es necesario pre-



cisamente descender á la realidad objetiva de los hechos, en donde se encuentran bajo la forma de relaciones fenomenales.

De esta manera, por el progreso lógico de las cosas, aparece el método experimental que resume todo, apoyándose sobre las tres ramas de este trípode inmutable, el *sentimiento*, la *razon* y la *experiencia*. En la investigacion de la verdad por este método, el sentimiento tiene siempre la iniciativa, engendra la idea *à priori*; es la intuicion. La razon ó el razonamiento desarrolla en seguida la idea y deduce sus consecuencias lógicas; pero si el sentimiento debe aclararse por las luces de la razon, la razon á su vez debe guiarse por la experiencia, que es la ciencia que permite conclusiones.

El espíritu humano es un todo complejo, que no marcha y no funciona sino por el juego armónico de sus diversas facultades.

Es, por lo tanto, preciso guardarse en la asociacion que he señalado anteriormente, de dar la preferencia exagerada, bien sea al sentimiento, bien á la razon, bien á la experiencia. Si el sentimiento se so-

brepone á la razon, salimos de la ciencia para llegar á las irracionales verdades de la fe y la tradicion. Si la razon no invoca sin cesar á la experiencia, caemos en la escolástica y bajo la dominacion de los sistemas; si la experiencia se sobrepasa del razonamiento, no podemos salir de los hechos y caemos en el empirismo.

El método experimental es el método que busca la verdad en el uso bien equilibrado del sentimiento, de la razon y de la experiencia. Proclama la libertad del pensamiento y del alma. Su carácter es no revelarse por sí mismo, porque toma en su criterio, el experimento, una autoridad impersonal que domina toda la ciencia. No admite autoridad personal; rechaza de una manera absoluta los sistemas y las doctrinas. Esto no es orgullo ni jactancia. El experimentador hace, por el contrario, acto de humildad negando la autoridad individual, porque duda de sus propios conocimientos, y somete de esta manera la autoridad de los hombres á la de la experiencia y á la de las leyes de la naturaleza.

La primera condicion que debe llenar

un sabio que se dedique á la investigacion experimental de los fenómenos naturales, es no preocuparse de ningun sistema y conservar una entera libertad de ánimo asido á la duda filosófica. En efecto, por una parte tenemos la certeza del determinismo de los fenómenos, porque hemos adquirido esta certidumbre por medio de una relacion necesaria de causalidad de la que tiene conciencia nuestro ánimo; pero no tenemos por otra parte ninguna certeza relativa á la fórmula de este determinismo, porque se realiza en los fenómenos que no están en nosotros. La experiencia sólo debe dirigirnos; es nuestro criterio único y se convierte, como dijo Goethe (1), en la única mediadora entre el sabio y los fenómenos que le rodean.

Una vez admitida la investigacion del determinismo como objeto único del método experimental, no hay materialismo ni espiritualismo, ni materia bruta ni materia viviente, no hay nada más que

(1) Goethe, *Œuvres d'histoire naturelle*, traduction de M. Martius, Introduction, p. 1.

fenómenos naturales de los que es necesario determinar las condiciones, es decir, las circunstancias que juegan con relacion á estos fenómenos el papel de causa próxima. Todas las ciencias que usan el método experimental deben tender á no hacerse sistemáticas.

La medicina experimental no será un sistema nuevo de medicina, sino la negacion de todos los sistemas. No se unirá á ninguna bandera sistemática, no será animista, ni organicista, ni solidista, ni humoral; será sencillamente la ciencia que busca remontarse á las causas próximas de los fenómenos del estado sano y enfermo.

Lo que acabamos de decir de los sistemas médicos podemos decirlo de los sistemas filosóficos. La fisiología experimental no siente la necesidad de unirse á ningún sistema filosófico. El papel del fisiólogo, como el de todo sabio, es buscar la verdad en sí misma, sin quererla hacer servir de prueba de tal ó cual sistema filosófico. Cuando el sabio persigue la investigacion científica, tomando por base un sistema filosófico cualquiera, se lanza ne-

cesariamente en las regiones de las causas primeras. La idea sistemática da al espíritu una especie de seguridad engañosa y una inflexibilidad que se ponen mal de acuerdo con la libertad de la duda que debe tener el experimentador en todas sus investigaciones. Los sistemas son necesariamente incompletos; no pueden representar todo lo que existe en la naturaleza, sino únicamente lo que existe en el ánimo de los hombres. Pues bien; para encontrar la verdad, basta que el sabio se ponga frente á la naturaleza, que la interroge libremente segun el método experimental, con la ayuda de los medios de investigación más y más perfectos cada día, y piense que en este caso el único sistema filosófico consiste en no tener ninguno.

Como experimentador, evito, pues, los sistemas filosóficos, pero no querría por esto rechazar ese *espíritu filosófico*, que sin estar en ninguna parte, está en todas, sin pertenecer á ningun sistema, debe reinar no solamente en todas las ciencias, sino tambien en todos los conocimientos humanos. Por esta razon, huyendo todos

los sistemas filosóficos, amo los filósofos y me complace infinitamente su amistad. En efecto, bajo el punto de vista científico, la filosofía representa la aspiración eterna de la razón humana hacia el conocimiento de lo desconocido. Desde siempre los filósofos se mantienen en las regiones elevadas y en las cuestiones en controversia, límites superiores de la ciencia. Por esta razón comunican al pensamiento científico un movimiento que le vivifica y ennoblece; fortifican el ánimo desarrollándole por medio de una gimnástica intelectual general, al mismo tiempo que le transportan sin cesar hacia las soluciones inagotables de los grandes problemas; sostienen de esta manera los filósofos una especie de sed de lo desconocido y el fuego sagrado de la investigación, que no debe apagarse jamás en un sabio.

En efecto, el deseo ardiente del conocimiento es el único móvil que atrae y sostiene al investigador en sus esfuerzos, y es precisamente este conocimiento que coge y huye siempre delante de él, el que se convierte en su tormento y en su dicha á la vez. El que no conoce los tormentos

de lo desconocido debe ignorar las alegrías del descubrimiento, que en verdad son las más vivas que puede sentir el ánimo del hombre.

Pero por un capricho de nuestra naturaleza, esta alegría del descubrimiento, tan buscada y tan esperada, se desvanece apenas encontrada. No es otra cosa que una claridad, cuya luz nos descubre nuevos horizontes, hácia los que nuestra insaciable curiosidad nos arrastra siempre con ardor. Esto da lugar á que en la ciencia misma, lo alcanzado pierda su atractivo y lo desconocido esté lleno de encantos. Por esta razón, los ánimos que se elevan y llegan verdaderamente á ser grandes son aquellos que no están nunca satisfechos de sí mismos, aún en sus obras concluidas, y tienden siempre al mejoramiento en obras nuevas.

El sentimiento de que hablo en este momento le conocen perfectamente los filósofos. Es el sentimiento que ha hecho decir á Priestley (1) que un descubrimiento que

(1) Priestley; *Expériences et observations sur différents espèces d'airs*, t. I, Préface, p. 15.

hacemos nos enseña otros muchos por hacer; es el sentimiento que expresa Pascal (1), pero bajo una forma paradógica, cuando dice: «No buscamos nunca las cosas, sino la investigación de las cosas.»

Buscamos siempre la verdad en sí misma, porque es lo que nos interesa, y si la buscamos siempre es porque lo que encontramos no puede satisfacernos. Sin este objeto, haríamos en nuestras investigaciones el trabajo inútil y sin fin que representa la fábula de Sísifo, que rueda siempre su roca, que cae sin cesar al punto de partida. Esta comparación no es exacta científicamente; el sabio asciende siempre buscando la verdad, y si no la encuentra nunca por entero, descubre al menos fragmentos muy importantes y que son precisamente fragmentos de la verdad general que constituye la ciencia.

El sabio no busca por el placer de buscar, sino por el placer de encontrar. Busca la verdad por el ardiente deseo que le devora de poseerla, y la posee ya en los lí-

(1) Pascal, *Pensées morales détachées*, art. IX, XXXIV.

mites que expresan las ciencias mismas en su estado actual. Pero no debe detenerse el sabio en su camino; debe siempre elevarse más alto y tender á la perfeccion; debe buscar siempre en tanto que vea alguna cosa ignorada. Sin esta excitacion constante que recibe del aguijon de lo desconocido, sin esta sed científica siempre incesante, sería de temer que el sabio erigiera sistemas sobre lo adquirido y conocido. En este caso la ciencia no progresaría y se detendría por indiferencia intelectual, como sucede á los cuerpos minerales saturados que caen en indiferencia química y cristalizan.

Es necesario, por lo tanto, que el ánimo muy absorbido por lo conocido de una ciencia especial, no tienda al descanso ó no se arraigue, perdiendo de vista las cuestiones que le quedan por resolver. La filosofía, agitando la masa inagotable de las cuestiones no resueltas, estimula y sostiene ese movimiento saludable en las ciencias, porque, en el sentido restringido en que considero aquí la filosofía, únicamente le pertenece lo indeterminado, cayendo lo determinado necesariamente bajo

el dominio científico. No admito que la filosofía quisiera asignar límites á la ciencia, ni la ciencia que pretendiera suprimir las verdades filosóficas que están todavía fuera de su dominio propio. La verdadera ciencia no suprime nada, busca siempre y afronta de cara, sin turbarse, las cosas que aún no comprende. Negar estas cosas no sería suprimirlas, sería cerrar los ojos y creer que no existe la luz. Sería la ilusión del avestruz que cree suprimir el peligro ocultando la cabeza en la arena.

En mi opinion, el verdadero espíritu filosófico sería aquel cuyas aspiraciones elevadas fecundan las ciencias arrastrándolas á la investigacion de las verdades que están actualmente por descubrir, pero que no deben abandonarse por esto, aún cuando se alejen y se eleven más y más á medida que son abordadas por espíritus filosóficos más potentes y más delicados. Esta aspiracion del espíritu humano ¿tendrá fin? ¿encontrará un límite? No puedo comprenderlo; aguardando, el sabio no tiene otra cosa mejor que hacer que marchar sin cesar, porque avanza siempre.

Uno de los mayores obstáculos que se encuentran en esta marcha general y libre de los conocimientos humanos, es, como se deduce, la tendencia que conduce los diversos conocimientos humanos á individualizarse en los sistemas. Esto no es una consecuencia de las cosas por sí mismas, porque en la naturaleza todo es solidario y nada podría observarse aislada sistemáticamente, sino un resultado de la tendencia de nuestro espíritu, á la vez débil y dominador, que nos conduce á absorber los demas conocimientos en una sintematizacion personal. Una ciencia que se detuviera en un sistema quedaría estacionaria y se aislaría, porque la sistematizacion es un verdadero enquistamiento científico, y toda parte enquistada en un organismo cesa de participar de la vida general de este organismo. Tienen, sin embargo, los sistemas á servir al espíritu humano, y la única utilidad que se les puede encontrar, en mi opinion, es la de suscitar las polémicas que los destruyen, agitando y excitando la vitalidad de la ciencia. En efecto; es necesario romper las trabas de los sistemas filosóficos y

científicos, como se romperían las cadenas de una esclavitud intelectual. La verdad, si se puede encontrar, es de todos los sistemas, y para descubrirla, el experimentador tiene necesidad de moverse libremente en todos sentidos, sin encontrarse detenido por las barreras de un sistema cualquiera. No deben, por lo tanto, ser sistemáticas la filosofía y la ciencia, sino estar unidas, ayudándose mutuamente, sin quererse dominar la una á la otra.

Pero si en vez de contentarse con esta union fraternal para la investigacion de la verdad, quisiera la filosofía entrar en el mecanismo de la ciencia é imponerle dogmáticamente los métodos y los procedimientos de investigacion, no podría ciertamente existir el acuerdo. Para hacer observaciones, experimentos ó descubrimientos científicos, los métodos y procedimientos filosóficos son muy generales y por lo tanto impotentes; para este caso existen métodos y procedimientos científicos casi siempre muy especiales, que no pueden conocerse sino por los sabios ó experimentadores que practican una ciencia determinada.

Los conocimientos humanos están de tal manera unidos y encadenados y tan solidarios unos de otros en su evolucion, que es imposible creer que una influencia individual, por poderosa que sea, bastaría para hacerlos avanzar si el progreso no estuviera arraigado en el mismo suelo científico. Por esta razon, reconociendo siempre la superioridad de los grandes hombres, creo, sin embargo, que, la influencia particular ó general que tienen sobre las ciencias, es siempre y necesariamente más ó menos *funcion de su tiempo*.

Lo mismo sucede con los filósofos: no pueden hacer otra cosa que seguir la marcha del espíritu humano, y no contribuyen de otra manera á su avance sino atrayendo los ánimos hácia el camino del progreso, que muchos no apercibirían; pero son, aún en esto, la expresion de su tiempo. Sería, pues, una ilusion el pretender la absorcion de los descubrimientos particulares de una ciencia en provecho de un método ó de un sistema filosófico cualquiera. En una palabra, si los sabios son útiles á los filósofos, y los filósofos á

los sabios, el sabio no queda con ménos libertad y completamente dueño de sí, y creo, en mi opinion, que los sabios en sus laboratorios hacen sus descubrimientos, sus teorías y su ciencia sin los filósofos. José de Maistre ha dicho que aquellos que han hecho más descubrimientos en la ciencia son los que han conocido ménos á Bacon (1); los que le han meditado, así como el mismo Bacon, no han adelantado nada.

Y es que, en efecto, el arte de obtener el determinismo de los fenómenos por medio de procedimientos y métodos científicos no se adquiere sino en los laboratorios, en donde el experimentador está en busca de los problemas de la naturaleza. Cuando se está frente á frente de los fenómenos de los que es preciso determinar las condiciones de existencia ó las causas próximas, los procedimientos del razonamiento deben variar al infinito, segun la naturaleza de los fenómenos en las diversas ciencias y segun los casos más ó

(1) Josef de Maistre, *Examen de la philosophie de Bacon*, t. I, pág. 81.

ménos difíciles y más ó ménos complexos á los que se aplique. Los sabios, y más los sabios especiales en cada ciencia, son los únicos que pueden intervenir en semejantes cuestiones, porque no solamente difieren los procedimientos, sino que el talento del naturalista no es el del fisiólogo, y el del químico no es el del físico.

Cuando los filósofos como Bacon, ú otros más modernos, han querido sistematizar los preceptos para la investigación científica, han podido parecer seductores á las personas que no ven la ciencia sino de léjos; pero en realidad semejantes obras no son de utilidad á los verdaderos sabios, y para aquellos que quieren dedicarse á la cultura de las ciencias, los extravían por una sencillez engañosa de los hechos; además, los embarazan cargando el espíritu de una multitud de reglas vagas é inaplicables, que es preciso olvidar si se quiere entrar en la ciencia y llegar á ser experimentador.

Creo que en la enseñanza científica el papel del maestro consiste en demostrar el objeto que se propone experimentalmente al discípulo, é indicarle todos los

medios que tiene á su disposicion para alcanzarle. El maestro debe dejar luégo libre al discípulo, que se mueva á su manera, segun su naturaleza, para llegar al objeto que se le ha mostrado, salvo acudir en su ayuda, si ve que se extravía. Creo, por último, que el verdadero método científico es el que contiene al espíritu sin sofocarle, el que deja en lo posible al talento enfrente de sí mismo y le dirige respetando sus cualidades más preciosas, que son su originalidad creadora y su espontaneidad científica. En efecto, la ciencia no avanza sino por las nuevas ideas y por la potencia creadora ú original del pensamiento. Es, por lo tanto, preciso guardarse, en la enseñanza de las ciencias, de que los conocimientos que deben armar la inteligencia no la hundan con su peso, y que las reglas que están destinadas á sostener las partes débiles del espíritu no atrofien ó emboten los lados potentes y fecundos.

No tengo necesidad de entrar aquí en otros desarrollos; me reduzco á precaver á las ciencias fisiológicas y á la medicina experimental contra las exageraciones de la erudicion y contra la invasion y la do-

minacion de los sistemas, porque estas ciencias, sucumbiendo, verían desaparecer su fecundidad y perderían la independencia y la libertad de espíritu, que serán siempre condiciones esenciales de su progreso.

Si el genio del hombre tiene en las ciencias, como en todo, una supremacía, que no pierde jamás sus derechos, sin embargo, para las ciencias experimentales debe el sabio aplicar sus ideas á la investigacion del determinismo científico é interrogar la naturaleza en un laboratorio con los medios convenientes y necesarios. No se concebiría un físico ó un químico sin laboratorio. Debe ser lo mismo para el fisiólogo; es necesario que se analicen experimentalmente los fenómenos de la materia viviente, como el físico y el químico analizan experimentalmente los fenómenos de la materia bruta. En una palabra: el laboratorio es la condición *sine qua non* del desarrollo de todas las ciencias experimentales.

La evidencia de esta verdad produce y producirá una reforma universal y profunda en la enseñanza científica, porque

se ha reconocido en todas partes en el día, que en los laboratorios es donde germinan y se engrandecen todos los descubrimientos de la ciencia pura, para repartirse en seguida y cubrir el mundo con sus aplicaciones útiles. El laboratorio únicamente enseña las dificultades de la ciencia á aquellos que le frecuentan. Demuestra, además, que la ciencia pura es siempre la fuente de todas las riquezas útiles que el hombre adquiere y de todas las conquistas que hace sobre los fenómenos de la naturaleza. Es una excelente educación para la juventud, porque sólo él puede hacer comprender que las aplicaciones actuales tan brillantes de las ciencias no son sino el desarrollo de trabajos anteriores, y que aquellos que aprovechen hoy en día sus beneficios deben un tributo de reconocimiento á sus antepasados, que cultivaron penosamente el árbol de la ciencia sin el gusto de recoger el fruto.

1.º de Agosto de 1865.

EL PROBLEMA

DE LA

FISIOLOGÍA GENERAL

Entre las ciencias se distinguen las que tratan de los cuerpos inertes y las que tratan de los cuerpos vivientes, y entre estas últimas todavía las que estudian al hombre y los animales y las que estudian á los vegetales.

Todas las clasificaciones de las ciencias no podrian fundarse exclusivamente sobre las circunscripciones naturales de los cuerpos que consideran; se dividen tambien y mejor, segun los problemas especiales que se proponen resolver. La fisiología general, por su objeto, se confunde

con todas las ciencias de los seres vivientes, puesto que analiza los fenómenos que pasan á la vez en el hombre, en los animales y en los vegetales (1). No es por esto ménos una ciencia distinta, porque persigue un problema especial que determina su dominio propio.

La fisiología tiene por objeto regir los fenómenos de la vida. Me propongo examinar aquí, como es posible, el llegar á la resolución de semejante problema. Se verá, así lo espero, que la fisiología es una de las ciencias más dignas de la atención de los talentos elevados, por la importancia de las cuestiones que trata, y de toda la simpatía de los hombres de progreso por la influencia que está destinada á ejercer sobre el bienestar de la humanidad.

(1) Claudio Bernard, *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*. Paris, 1878.

Con objeto de comprender el carácter del problema fisiológico, es necesario de antemano circunscribir la fisiología general y demostrar que es una *ciencia experimental* y no una *ciencia natural*.

Las ciencias naturales son las ciencias de observacion ó descriptivas. Nos dan la prevision de los fenómenos; pero quedan ciencias contemplativas de la naturaleza.

Las ciencias experimentales son ciencias de experimentacion ó explicativas. Van más léjos que las ciencias de observacion que les sirven de bases, y llegan á ser ciencias de accion, es decir, conquistadoras de la naturaleza.

Esta distincion fundamental entre las ciencias naturales y las ciencias experimentales resulta de la definicion misma de la observacion y de la experimentacion. El observador considera los fenómenos en su estado natural, es decir, tal y

como la naturaleza los ofrece, en tanto que el experimentador los hace aparecer en las condiciones de que es dueño.

La física y la química, que son las únicas experimentales en el reino de los cuerpos brutos, han conquistado la naturaleza inerte mineral, y cada día vemos con placer extenderse más y más sus conquistas.

La fisiología, que es la ciencia experimental en el reino de los cuerpos organizados, debe conquistar la naturaleza viviente; este es su problema, esta será su potencia.

Era necesaria esta división de las ciencias biológicas en ciencias naturales y ciencias experimentales, para su adelantamiento.

Por una parte, la fisiología no puede avanzar sino constituyéndose como ciencia independiente, y por otra parte, las ciencias naturales, que han concurrido á su evolución y preparado su advenimiento, irían por camino extraviado, y perderían su verdadero objetivo, bien queriendo seguirla en su marcha, bien ensayando retenerla en su circunscripción. Por

la misma razon, los naturalistas, mineralogistas y geólogos podrían reclamar la física y la química como pertenecientes á la historia de los minerales. En el mismo caso, el naturalista antropólogo debería, como han hecho algunos autores, considerar la fisiología humana y la medicina como formando divisiones de la antropología. Se comprende á primera vista con qué facilidad caeríamos en el error forzando estos razonamientos, porque la literatura, las artes, la política, en una palabra, todos los conocimientos humanos pertenecerían á la antropología, puesto que entran en la historia de la inteligencia humana. Esta manera de dividir las ciencias por la consideracion del objeto que se estudia llevaría á la oscuridad y á la confusion, en tanto que mirando la naturaleza experimental y especial de los problemas del fisiólogo, veremos que se puede llegar, por el contrario, á una definicion real y fecunda.

Cuvier dió á la ciencia de la organizacion de los séres vivientes una impulsión poderosa, que ha sido útil á la vez á la fisiología y á la zoología general; pero

Cuvier no concebía la fisiología como una ciencia *experimental* constituida; mejor dicho, no tenía idea fija en este asunto, porque tan pronto se le ve negar la fisiología experimental poniendo en duda la legitimidad de las aplicaciones del método experimental en el estudio de los fenómenos de la vida (1), tan pronto se le ve admitir y elogiar en las comunicaciones académicas los resultados de la fisiología experimental obtenidos por medio de la vivisección (2). Cuvier había presentado que era importante introducir las consideraciones fisiológicas en la zología; pero no era fisiólogo, era naturalista, y sobre todo anatómico, y no veía en la fisiología sino deducciones anatómicas particulares, de las que buscaba la confirmación en la anatomía comparada. Sin duda los conocimientos anatómicos más

(1) Véase Cuvier, *Lettre à Mertrud et Introduction au regne animal*.

(2) Véase Cuvier, *Rapport fait à l'Académie des Sciences sur des expériences relatives aux fonctions du système nerveux*. (Journal de physiologie par Magendie, t. II, pág. 372, 1822.)

precisos le son indispensables al fisiólogo; pero no creo que la anatomía deba servir de base exclusiva á la fisiología, y que esta última ciencia pueda deducirse nunca directamente de la primera (1). Creo, por el contrario, que es un error ó una ilusion de todas las escuelas anatómicas haber creido que la anatomía explicaba directamente la fisiología.

La impotencia de la anatomía para enseñarnos las funciones orgánicas, se hace evidente en los casos particulares en que se ve reducida á sí misma. Para los órganos, acerca del uso de los que la fisiología experimental no ha dicho nada todavía, la anatomía queda muda absolutamente.

Esto sucede, por ejemplo, para el bazo, las cápsulas suprarrenales, el timo, etc., órganos de los que conocemos perfectamente su textura anatómica, pero de los que ignoramos por completo sus funciones.

De la misma manera, cuando en un ani-

(1) Véanse mis *Leçons de physiologie appliquée à la médecine*, Faites au Collège de France, 1855, primera lección.

mal se descubre un tejido nuevo ó sin análogo en otros organismos, la anatomía es incapaz para revelar sus propiedades vitales.

Esto prueba bien á las claras que cuando el anatómico ó el zoólogo construyen lo que se llama la *fisiología anatómica* ó *zoológica*, no hacen nada más que aplicar á la interpretacion y clasificacion de los hechos anatómicos los conocimientos que préviamente los ha suministrado la fisiología experimental, pero no deducen nunca nada directamente de la anatomía misma.

Para explicar los fenómenos de la vida, el fisiólogo experimentador se dirige directamente á las manifestaciones de estos fenómenos; los analiza por medio de las ciencias fisico-químicas, que son más sencillas que la fisiología, porque siempre lo más sencillo debe aclarar lo más complicado. La textura ó la anatomía de un órgano no puede comprenderse realmente sino cuando la fisiología viene á explicarle. No dando la estructura anatómica sino las condiciones de manifestacion de un fenómeno fisiológico, es de necesidad im-

prescindible conocer este fenómeno ántes de tratar de explicarle anatómicamente. En una palabra ; la fisiología no es de ninguna manera una deducción de la anatomía. La explicacion de la organizacion, en lugar de ser el punto de partida, es, por el contrario, el objeto hácia el que tienden todos los estudios fisiológicos. Veremos, en efecto, más adelante que únicamente en la estructura anatómica y en el análisis fisico-químico de las propiedades de la materia organizada, encuentra el fisiólogo las condiciones que le importa conocer para resolver el problema de la fisiología experimental, es decir, para explicar el mecanismo de los fenómenos vitales y para martirizar las manifestaciones.

El problema del naturalista es más sencillo ; sin tratar de explicar los fenómenos naturales, se reduce á hacer constar el encadenamiento y las leyes, á fin de prevenir las manifestaciones y la marcha.

Las ciencias naturales y las ciencias experimentales, consideradas en su desarrollo, constituyen en alguna manera dos

grados distintos en los conocimientos humanos. Las ciencias naturales, pasivas ó contemplativas, forman evidentemente el primer grado, en tanto que las ciencias experimentales, activas y conquistadoras, constituyen el segundo. Las ciencias naturales son las antepasadas necesarias de las ciencias experimentales y les sirven como de punto de apoyo.

De esta manera, la evolucion científica viene á explicarnos cómo el problema de las ciencias experimentales es un problema moderno que no ha podido conocer la antigüedad. No quiero decir que la antigüedad no haya tenido la idea de conquistar la naturaleza, puesto que nos ha dejado la fábula de Prometeo, castigado por querer robar el fuego del cielo. Únicamente que es cierto que la ciencia antigua no pudo realizar esta conquista, porque han debido formarse primero las ciencias naturales y contemplativas. El pensamiento de los antiguos no pudo ser otro que descubrir y asignar las leyes que rigen los fenómenos de la naturaleza, en tanto que el pensamiento científico experimental moderno debe ser explicar es-

tos fenómenos y martirizarlos en provecho de la humanidad. Sabemos que por la física y la química el hombre tiene ya asegurada su dominacion sobre los fenómenos de los cuerpos brutos; pero otra consecuencia igualmente necesaria de la evolucion científica que he querido proclamar aquí, es que por la fisiología el hombre debe ambicionar el extender su poder sobre los fenómenos de los seres vivientes.

La civilizacion moderna, conquistando por la ciencia la naturaleza inorgánica y la naturaleza organizada, se encontrará en condiciones enteramente desconocidas á las antiguas civilizaciones. Por esta razon no puede siempre invocarse con lógica la historia de los pueblos antiguos para dirigir ó precaver los destinos de los pueblos nuevos.

La humanidad parece que ha comprendido hoy que su objeto no es la contemplacion pasiva, sino el progreso y la accion. Estas ideas penetran más y más profundamente en las sociedades, y el papel activo de las ciencias experimentales no se detiene en las ciencias fisico-químicas

y fisiológicas, se extiende hasta las ciencias históricas y morales. Se ha comprendido que no bastaba ser espectador inerte del bien y del mal, gozando del primero y evitando el segundo. La moral moderna aspira á un papel más importante; busca las causas, quiere explicarlas y obrar sobre ellas; quiere, en una palabra, dominar el bien y el mal, dar nacimiento y desarrollo al uno, luchar con el otro para extirparle y destruirle. Se ve el objeto; es una tendencia general, y el soplo científico moderno que anima la fisiología es eminentemente conquistador y dominante.

II.

En todos los tiempos se han considerado los fenómenos de la vida bajo dos fases distintas y por decir así opuestas.

Los fisiólogos *animistas* ó *vitalistas* han creído y pensado que las manifestaciones vitales estaban regidas por influencias especiales, y han admitido que la fuerza vital, cualquiera que sea el nombre que se le dé (*alma fisiológica* ó *arqueo*, *principio vital* ó *propiedades vitales*), es esencialmente distinta de las fuerzas minerales, y áun tiene con ellas un antagonismo constante.

Los fisiólogos *químicos* *fisico-mecánicos* han sostenido, por el contrario, que las funciones vitales debían relacionarse á los fenómenos mecánicos ó fisico-químicos ordinarios, para la explicacion de los que no es necesario hacer intervenir ninguna fuerza vital particular.

Al ver que consideramos la fisiología

como una ciencia experimental destinada á gobernar los fenómenos de la naturaleza viviente, se nos preguntará si estamos en el campo de los fisiólogos fisico-mecánicos ó en el de los vitalistas. Se hace necesario que nos expliquemos, no con objeto de tomar partido por una ó por otra de las doctrinas fisiológicas citadas anteriormente, sino única y exclusivamente con objeto de dar á conocer nuestra manera de ver acerca de la naturaleza de los fenómenos de la vida y sobre el método de investigación que conviene seguir en el estudio de los problemas de la fisiología general.

La fisiología no se separa, en cuanto á la manera de estudiar, de las demas ciencias experimentales de los cuerpos brutos. Sigue el mismo método experimental, y la vida, cualquiera que sea la idea que de ella se tenga, no podría ser un obstáculo al análisis experimental de los fenómenos de los organismos vivientes. Ya en otra parte (1) dejo desarrollada esta

(1) Véase *Del progreso en las ciencias fisiológicas*.



opinion y he demostrado por diversos ejemplos que los fenómenos vitales están sometidos á un determinismo tan riguroso y tan absoluto como los fenómenos minerales. En cuanto á los fenómenos de la vida, admito que estos fenómenos, considerados en sus diversas formas de manifestacion y en su naturaleza íntima, tienen á la vez una especialidad de formas que les distingue como fenómenos de la vida y una comunidad de leyes que les confunden con los demas fenómenos del mundo cósmico. Reconozco, en otros términos, á todos los fenómenos vitales procedimientos especiales de manifestacion; pero al mismo tiempo los considero tambien como derivados todos de las leyes de la mecánica y de la fisico-química ordinarias.

Existen, en efecto, en los organismos vivos aparatos anatómicos ó instrumentos orgánicos que les son propios y que no se podría reproducir fuera de ellos; pero los fenómenos manifestados por estos órganos ó tejidos vivos no tienen, sin embargo, nada de especial ni en su naturaleza, ni en las leyes que les rigen; esta

es una proposición que los progresos de las ciencias físico-químicas demuestran cada día más y más, probando que los fenómenos que se verifican en los cuerpos vivos pueden verificarse igualmente fuera del organismo en el reino mineral. En el orden químico, el químico hace en su laboratorio una multitud de síntesis de descomposiciones y de desdoblamientos semejantes en un todo á aquellos que tienen lugar en los organismos vegetales y animales; pero, si en el sér viviente las fuerzas químicas dan lugar á productos idénticos á los del reino mineral, la naturaleza viviente emplea los procedimientos especiales de los elementos histológicos (células ó fibras orgánicas) que pertenecen exclusivamente á los séres vivos. Entre las células orgánicas animales ó vegetales, hay unas que reducen el ácido carbónico y desprenden el oxígeno, otras que absorben el oxígeno y desprenden el ácido carbónico; por último, ciertas células ó productos de células (fermentos solubles) presiden á los fenómenos de fermentación ó de desdoblamiento, que dan nacimiento al alcohol, al ácido

acético, á los ácidos grasos, á la glicerina, á la urea, á las esencias vegetales, etc. Pues bien, estos son fenómenos que el químico puede imitar y *rehacer* en sus laboratorios, poniendo en juego las fuerzas químicas minerales, que son en el fondo exactamente las mismas que las fuerzas químicas orgánicas; pero en el sér viviente, lo repito, los fenómenos se realizan por medio de procedimientos vitales y de reactivos organizados, creados por la evolucion histológica y por consecuencias especiales al organismo é inimitables para el químico.

En el órden mecánico ó físico, los fenómenos del organismo viviente no tienen nada más que les distinga de los fenómenos mecánicos ó físicos generales, sino los instrumentos que los manifiestan.

El músculo produce fenómenos de movimiento que, como los de las máquinas inertes, no pueden escapar á las leyes de la mecánica general, lo que no impide que el músculo sea un aparato de movimiento especial al animal, y cuyo juego está arreglado por los nervios, por medio

de mecanismos igualmente especiales al sér viviente.

Los séres vivientes producen el calor que no difiere en nada del calor engendrado en los fenómenos minerales sino en el procedimiento vital ó de fermentación que lo engendra.

Los pescados eléctricos forman ó segregan la electricidad que no difiere en nada de la electricidad, producida en la pila metálica, lo cual no impide que el órgano eléctrico del torpedo, por ejemplo, sea un aparato vital en todo particular, arreglado por el sistema nervioso y que el físico no puede imitar.

Lo mismo sucede con las funciones de los nervios y de los órganos de los sentidos, que no son sino instrumentos de física especiales á los séres vivientes.

No hay, por lo tanto, nada más que una física, una química y una mecánica generales, en las que entran todas las manifestaciones fenomenales de la naturaleza, así las de los cuerpos vivos, como las de los cuerpos muertos. Todos los fenómenos, en una palabra, que aparecen en un sér vivo encuentran sus leyes fuera de

él, de manera, que se podría decir que todas las manifestaciones de la vida se componen de fenómenos arrancados, en cuanto á su naturaleza, al mundo cósmico exterior; pero poseyendo únicamente una morfología especial en el sentido que se manifiestan bajo formas características y por medio de instrumentos fisiológicos especiales. Bajo el concepto fisico-químico, la vida no es, por lo tanto, nada más que una modalidad de los fenómenos generales de la naturaleza; no engendra nada; toma sus fuerzas al mundo exterior, y no hace nada más que variar sus manifestaciones de mil y mil maneras. ¿No podría añadirse también que la misma inteligencia cuyos fenómenos caracterizan la expresión más elevada de la vida, se revela fuera de los seres vivientes en la armonía de las leyes del universo? Pero en ninguna parte sino en los cuerpos vivientes se traduce por los instrumentos que nos la manifiestan bajo la forma de sensibilidad, de voluntad. De esta manera se encontraría realizado el pensamiento antiguo que el organismo vivo es un *microcosmo* (pequeño mundo) que refleja en sí

el *macracosmo* (gran mundo, universo).

De lo que precede resulta evidentemente que el fisiólogo, el químico, el físico, no tienen en realidad que considerar sino fenómenos de la misma naturaleza, que deben analizarse y estudiarse por el mismo método y reducido á las mismas leyes generales. Unicamente el fisiólogo necesita procedimientos particulares que son inherentes á la materia organizada, y que constituyen por consecuencia el objeto especial de sus estudios. La fisiología general se encuentra de esta manera llamada á ser la ciencia experimental que estudia las propiedades de la materia organizada, y explica los procedimientos y los mecanismos de los fenómenos vitales, como la física y la química explican los procedimientos y los mecanismos de los fenómenos minerales.

Sin embargo, si quisiera llegar el fisiólogo experimentador á regir los fenómenos fisiológicos en el sér viviente, como el físico y el químico gobiernan los fenómenos fisico-químicos en la naturaleza inorgánica, su problema estaría reducido exactamente á los mismos términos.

En efecto, el físico y el químico relacionan la explicacion de los fenómenos á las propiedades de los elementos inorgánicos.

De la misma manera el fisiólogo debe buscar en el sér viviente los elementos orgánicos en los que se localizan las funciones, y determinar las condiciones de actividad vital de estos elementos sobre los que puede obrar. Los elementos orgánicos de los cuerpos vivientes son los elementos anatómicos ó histológicos, en los que se descomponen nuestros órganos y nuestros tejidos. La ciencia de la organizacion ha llegado hoy en dia á demostrar que un cuerpo vivo, cualquiera que sea su complejidad, está constituido por la reunion de un número más ó ménos considerable de organismos elementales microscópicos, en los que las propiedades vitales diversas manifiestan las diferentes funciones del organismo total (1). Resulta de aquí que cada funcion debe tener su elemento orgánico correspondiente, y el objeto de la fisiología general es precisamente analizar los me-

(1) Véase *El Curare*.

canismos funcionales complexos para relacionarlos á sus elementos vitales particulares. De esta manera se explican los fenómenos de sensibilidad y de movimiento por las propiedades de los elementos nerviosos y musculares; los fenómenos de respiracion y de secrecion se deducen de las propiedades de los elementos respiratorios de la sangre y de las propiedades de los elementos glandulares y epiteliales.

Los elementos orgánicos de los seres vivientes que se presentan generalmente bajo las diversas formas de fibras ó de células microscópicas, son los verdaderos resortes ocultos de la máquina viviente. Están asociados y relacionados entre sí para formar los tejidos, los órganos y los aparatos que constituyen las ruedas de los mecanismos vitales. Además, hay en todo organismo viviente un verdadero *medio interior*, en el que los elementos anatómicos llenan sus funciones especiales y recorren las fases de su existencia.

La materia organizada ó viviente que constituye los elementos histológicos, no tiene más espontaneidad que la materia inorgánica ó mineral, porque la una y la

otra tienen necesidad, para manifestar sus propiedades, de la influencia de los excitantes exteriores. La espontaneidad de los cuerpos vivientes no es sino aparente (1), y no podría oponerse en nada á la aplicación del método experimental y al análisis de los fenómenos vitales. El fisiólogo experimentador puede, por lo tanto, obrar sobre las propiedades de la materia organizada, y por consiguiente sobre las manifestaciones de la vida; pero vamos á ver, además, que son absolutamente los mismos agentes ó las mismas influencias las que excitan las propiedades de la materia orgánica que las que excitan las de la materia inerte.

Los excitantes generales, aire, calor, luz, electricidad, que provocan las manifestaciones de los fenómenos fisico-químicos de la materia bruta, despiertan también de una manera paralela la actividad de los fenómenos propios á la materia viviente.

Lavoisier había demostrado ya bien cla-

(1) Véase: *Del progreso en las ciencias fisiológicas.*

ramente que los fenómenos fisico-químicos de los séres vivientes están sostenidos por las mismas causas que los de los cuerpos minerales. Demostró que los animales que respiran y los metales que se calcinan absorben en el aire el mismo principio activo ó vital, el oxígeno, y que la falta de este aire respirable detiene la calcinacion así como la respiracion. En otro trabajo, Lavoisier y Laplace probaron que el oxígeno, penetrando en los séres vivientes, engendra en ellos, por una verdadera combustion, el calor orgánico que los anima, parecido á la combustion de nuestros hogares. La antigua accion de la vida, comparada á una llama que arde y se apaga, dejó de ser una simple metáfora para convertirse en una verdad científica. Son, en efecto, las mismas condiciones químicas las que alimentan el fuego en la naturaleza inorgánica y la vida en la naturaleza orgánica.

Ahora, si partiendo del hecho señalado por Lavoisier, descendemos al análisis experimental de las funciones vitales, veremos que en todos los tejidos, en todos los órganos, el oxígeno es siempre, á la vez,

excitador de los fenómenos fisico-químicos, y la condicion de la actividad funcional de la materia organizada. El oxígeno penetra en los animales por la superficie respiratoria, y la circulacion reparte la vida en todos los órganos y en todos los elementos orgánicos, distribuyéndolos el oxígeno disuelto en la sangre. Esta es la razon del por qué la sangre venosa ó sangre privada de oxígeno produce la muerte de los elementos orgánicos, en tanto que la transfusion de sangre oxigenada es la única transfusion vivificante, como era ya conocido hace mucho tiempo. Cuando se inyecta sangre oxigenada en los tejidos musculares, nerviosos, glandulares, cerebrales, cuyas propiedades están apagadas ó considerablemente disminuidas, se ve, bajo la influencia de este líquido oxigenado, tomar cada tejido sus propiedades especiales. El músculo vuelve á su contractibilidad; la motilidad y la sensibilidad vuelve á los nervios, y las facultades intelectuales reaparecen en el cerebro. Inyectando, por ejemplo, sangre oxigenada por la carótida en la cabeza de un perro decapitado, se le ve volver poco á poco, no so-

lamente á las propiedades vitales de los músculos, de las glándulas, de los nervios, sino que vuelve igualmente á las del cerebro; la cabeza recobra su sensibilidad, las glándulas segregan, y el animal ejecuta movimientos de la cara y de los ojos, que parecen dirigidos por la voluntad.

Cuando, bajo la influencia del oxígeno vemos renacer la contractilidad en un músculo, la motilidad y la sensibilidad en los nervios, nos parece sorprendente; pero cuando vemos que el oxígeno hace reaparecer la expresión de la inteligencia en el cerebro, el experimento nos sorprende casi siempre como algo de maravilloso y de incomprensible. Es, sin embargo, lo mismo en el fondo, y lo que pasa en el cerebro nos parece extraordinario, porque confundimos las causas con las condiciones del fenómeno. Creemos, sin trabajo, que el determinismo en la ciencia llega á concluir que la materia engendra los fenómenos que estas propiedades manifiestan, y, sin embargo, nos repugna instintivamente admitir que la materia pueda tener por sí misma la facultad de

pensar, de sentir. En efecto, desde que hemos reconocido anteriormente que la materia organizada se halla desprovista de espontaneidad, como la materia bruta, no puede tener conciencia de los fenómenos que presenta.

Para el fisiólogo que se forma una justa idea de los fenómenos vitales, el restablecimiento de la inteligencia en una cabeza, bajo la influencia de la transfusion de sangre oxigenada, no tiene nada, absolutamente nada de anormal y asombroso; lo que sorprendería sería lo contrario. Precisamente el cerebro es un mecanismo concebido y organizado de manera que manifieste los fenómenos intelectuales por el conjunto de cierto número de condiciones. Por lo tanto, si se quita una de estas condiciones (el oxígeno de la sangre, por ejemplo), es bien seguro que no se podría concebir cómo el mecanismo pudiera continuar funcionando; pero si se restituye la circulacion sanguínea oxigenada con las precauciones exigidas, como una temperatura y una presion convenientes y ántes de que los elementos cerebrales estén alterados, no es ménos necesario

que el mecanismo cerebral recobre sus funciones normales.

Los mecanismos vitales, como mecanismos, no difieren de los mecanismos no vitales.

Si en un reloj eléctrico, por ejemplo, se le quita el ácido á la pila, no se concebiría que el mecanismo continuara marchando; pero si se vuelve á poner el ácido suprimido, en condiciones apropiadas, no se comprendería el por qué el mecanismo no volvía á tomar su movimiento. Sin embargo, no nos creeríamos obligados por esto á concluir que la causa de la division del tiempo en horas, en minutos, en segundos, indicados por el reloj, reside en las cualidades del ácido ó en las propiedades del cobre, ó de la materia que constituye las manecillas y las ruedas del mecanismo.

Por lo mismo, si se ve volver la inteligencia en un cerebro y en una fisonomía, á las cuales se da la sangre oxigenada que les faltaba para funcionar, se equivocaría uno al tomar esto como una prueba de que la conciencia y la inteligencia estaban en el oxígeno de la sangre y en la sustancia cerebral.

Los mecanismos vitales, segun hemos dicho, son pasivos, como los mecanismos no vitales. Los unos y los otros no hacen más que expresar ó manifestar la idea que los ha concebido y creado.

Resumiendo: hemos querido probar en todo lo que precede, la necesaria existencia de un determinismo fisico-químico para la manifestacion de los fenómenos vitales, así como para la manifestacion de los fenómenos minerales. No sabríamos, por lo tanto, buscar explicaciones que nos llevarían á un materialismo absurdo ó falto de sentido.

III

El organismo animal no es, en realidad, sino una máquina viviente que funciona según las leyes de la mecánica y de la fisico-química ordinarias, y por medio de procedimientos particulares que son especiales á los instrumentos vitales constituidos por la materia organizada; pero los seres vivientes tienen, además, por carácter esencial ser perecederos y mortales. Deben renovarse y sucederse, porque no son sino los representantes pasajeros de la vida, que es eterna.

Nos queda que hablar aún de los fenómenos de renovación orgánica, que se han considerado como los fenómenos más misteriosos de la vida, y por consecuencia los más irreducibles á las leyes fisico-químicas, y las más difíciles de regir por ellas.

La evolución de un nuevo ser, así como la nutrición, son verdaderas *creaciones*



orgánicas que se verifican á nuestros ojos. Estos fenómenos de creacion orgánica pueden aplicarse siempre á la agrupacion molecular, material, especial, que caracteriza la materia organizada, porque los cuerpos químicos elementales que componen la materia organizada son absolutamente los mismos que aquellos que forman la materia inorgánica. Bajo el punto de vista químico, la creacion de la materia viviente no sería pues, hasta aquí, sino el reflejo de las combinaciones minerales sin número que tienen lugar en el mundo cósmico por consecuencia de agrupaciones moleculares nuevas y de mutaciones químicas particulares que se operan incesantemente alrededor de nosotros. Con respecto á la creacion primitiva, se nos escapa completamente en todos los casos. En el mundo, tal cual la ciencia lo conoce, nada se pierde y nada se crea; no hay nada más que cambios y transformaciones de materias y de fuerzas que se suceden y se equilibran de una manera necesaria y constante en la aparicion de los fenómenos de la naturaleza.

Los cuerpos vivientes son compuestos

inestables que se desorganizan sin cesar bajo las influencias cósmicas que los rodean; no viven sino con esta condicion, y los órganos formados por la materia viviente se gastan y se destruyen como los órganos formados por la materia inerte. Para que la vida continúe, es preciso, por lo tanto, que la materia organizada que forma los elementos histológicos se renueve constantemente á medida que se descomponga; de suerte, que se puede mirar la vida como residiendo verdaderamente en la potencia de organizacion que crea la máquina viviente y repara sus pérdidas incesantes.

Los antiguos fisiólogos animistas y vitalistas habían apercibido esta doble fase que representan los fenómenos de los seres vivientes. Hé aquí por qué admitían que un principio interior de la vida, que era el principal creador ó reorganizador, se encontraba en lucha con las fuerzas fisico-químicas exteriores que constituyen los agentes destructores del organismo. Sin embargo, si las influencias fisico-químicas exteriores son las causas de la muerte ó de la desorganizacion de la materia

viviente, no quiere decir esto, como se ha creído por los vitalistas, que haya incompatibilidad entre los fenómenos de la vida y los fenómenos fisico-químicos; hay, por el contrario, según hemos visto, perfecta y necesaria armonía, porque las causas que destruyen la materia orgánica son las mismas que la hacen vivir; es decir, manifestar sus propiedades. Esto no prueba que haya desventaja en que se trabaje combate ó lucha entre dos principios opuestos, el uno de vida, que resiste, el otro de muerte, que ataca, y concluye siempre por salir victorioso. En una palabra: no hay en los cuerpos vivientes dos órdenes de fuerzas separadas y opuestas por la naturaleza de sus fenómenos, los unos que crean la materia organizada con sus propiedades características, los otros que las destruyen haciéndolos servir para las manifestaciones vitales; no hay más que los elementos histológicos que funcionan evolutivamente obedeciendo á una misma ley.

Sabemos que hay elementos musculares, nerviosos, glandulares, que sirven para las manifestaciones de los fenómenos

de sensibilidad, del movimiento, de la secrecion. Hay tambien elementos ováricos y plasmáticos que tienen la propiedad de crear los séres nuevos y sostener por la nutricion los mecanismos vitales; pero estos elementos creadores y nutritivos, como los otros, se gastan y mueren cumpliendo sus funciones, que prestan las condiciones de una renovacion incesante. De la misma manera en la marcha de una máquina inservible los trabajadores se fatigan y gastan todas sus fuerzas, sea para reconstruir y reparar los engranajes de la misma, sea que trabajen para hacerla funcionar y utilizarla. Los fenómenos de organogénesis ó de creacion orgánica no son ni más ni ménos misteriosos para los fisiólogos que los demas. Residen en los elementos histológicos caracterizados y tienen sus condiciones fisico-químicas de existencia bien determinada.

El elemento de creacion orgánica de los séres vivientes es una célula microscópica, *el óvulo ó el gérmen*. Este elemento es, sin contradiccion alguna, el más maravilloso de todos, puesto que vemos que su mision es producir un organismo entero.

No se asombra nadie de los fenómenos que tiene continuamente á la vista; como dice Montaigne, «la costumbre quita por completo la extrañeza.» Sin embargo, ¿qué hay más extraordinario que esta creacion orgánica á la que asistimos, y cómo podemos nosotros unirla á las propiedades inherentes, á la materia que constituye el huevo?

Quando la fisiología general quiere darse cuenta de la fuerza muscular, por ejemplo, hace constar que una sustancia contráctil viene á obrar directamente en virtud de las propiedades inherentes á su constitucion física ó química; pero cuando se trata de una evolucion orgánica que está en el porvenir, no comprendemos esta propiedad de la materia á larga fecha. El huevo es algo que será, representa una especie de fórmula orgánica que resume el sér de donde procede, y del cual ha guardado de cierto modo el recuerdo evolutivo.

Los fenómenos de creacion orgánica de los séres vivientes me parecen muy á propósito para demostrar una idea que ya he indicado, á saber: que la materia

no engendra los fenómenos que manifiesta. No es nada más que el *substratum* y no hace absolutamente más que dar á los fenómenos sus condiciones de manifestación, único intermediario por el que el fisiólogo puede obrar sobre los fenómenos de la vida. Hé ahí por qué estas condiciones deben estar sometidas á un determinismo absoluto y riguroso, que constituye el principio fundamental de todas las ciencias experimentales. El huevo ó el germen es un centro poderoso de acción nutritiva, y, por lo mismo, el que suministra las condiciones para la realización de una idea creadora que se transmite por herencia ó por tradición orgánica. El huevo, presidiendo la creación del organismo, opera la renovación de los seres y llega á ser, por consecuencia, la condición primordial de todos los fenómenos ulteriores de la vida.

○ Cuando se observa la evolución ó la creación de un sér viviente en el huevo, se ve con claridad que su organización es la consecuencia de una ley organogénica que preexiste según una idea preconcebida y que se ha transmitido por tradición

orgánica de un sér al otro. Podría encontrarse en el estudio experimental de los fenómenos de histogénesis y de organización la justificación de las palabras de Goethe que compara la naturaleza á un gran artista. En efecto, la naturaleza y el artista proceden del mismo modo en la manifestacion de la idea creadora de su obra.

En la evolucion vemos aparecer un simple esbozo del sér ántes de toda organizacion. Los contornos del cuerpo y de los órganos están desde luégo sencillamente sostenidos al principio, empezándose, entiéndase bien, por las armaduras orgánicas provisionales que servirán de aparatos funcionales temporales al feto. Ningun tejido se distingue al principio: toda la masa se compone exclusivamente de células plasmáticas ó embrionarias; pero en este bosquejo vital está trazado el dibujo ideal de una organizacion todavía invisible para nosotros, que ha asignado de antemano á cada parte, á cada elemento, su sitio, su estructura y sus propiedades. Allí deben estar los vasos sanguíneos, los nervios, los músculos, los huesos; las células

embrionarias se cambian en glóbulos de sangre, en tejidos arteriales y venosos, musculares, nerviosos y huesosos. La organizacion no se realiza de una vez; al principio vaga y solamente esbozada, no se perfecciona sino por diferenciaciones elementales, es decir, por un término en los detalles que van perfeccionándose más y más.

No es esto todo: esta potencia creadora y organizadora no existe solamente al principio de la vida en el huevo, el embrión ó el feto; continúa su obra en el adulto, precediendo á las manifestaciones de los fenómenos vitales, porque es la que, sostenida por la nutricion, renueva de una manera incesante la materia y las propiedades de los elementos orgánicos de la máquina viviente. La nutricion no es absolutamente otra cosa que esta potencia generadora continuada, debilitándose cada vez más. Hé ahí por qué es preciso comprender bajo la denominacion de *fenómenos organotróficos* todos los fenómenos de organizacion, de nutricion ó secrecion orgánica, en el embrión, el feto y el adulto, porque están siempre sometidos á una sola y misma ley.

Las condiciones fisico-químicas ambientes regulan las manifestaciones vitales del gérmen ó del óvulo como todas las de los demas elementos orgánicos.

Hemos visto anteriormente que la presencia del oxígeno provoca las manifestaciones de los fenómenos, de contraccion de los músculos, de movilidad y de sensibilidad en los nervios, de inteligencia en el cerebro. El oxígeno conserva todavía aquí la misma influencia sobre la manifestacion de la idea creadora, evolutiva, encerrada en el huevo. Si el óvulo no recibe la accion directa ó indirecta del oxígeno, no puede verificarse la evolucion. Cuando la incubacion es interior en el útero, el oxígeno llega por la sangre de la madre; cuando la incubacion es externa, el oxígeno llega directamente por el aire. Si se barniza un huevo de gallina con objeto de que el oxígeno no penetre por los poros de la cáscara, el óvulo que contiene no puede desarrollarse y crear un nuevo sér; asimismo, si se verifica la incubacion del huevo de un pájaro en un aire confinado, la evolucion no tiene lugar nada más que cuando existe oxígeno en el aire, y se

detiene si se sustrae este gas del centro de incubacion.

Resumiendo, vemos que el fisiólogo, dirigiéndose á las condiciones de vitalidad de los diversos elementos histológicos, tiene la posibilidad de ejercer su imperio sobre todos los fenómenos vitales, sea cualquiera su naturaleza.

La vida es una causa primera que se nos escapa como todas las primeras causas, y de la que no tiene por qué ocuparse la ciencia experimental; pero todas las manifestaciones vitales, desde la simple contraccion muscular hasta la expresion de la inteligencia y á la aparicion de la idea creadora orgánica, tienen en los seres vivientes condiciones fisico-químicas de existencia bien determinada que podemos apreciar, y sobre las que podemos obrar para arreglar los fenómenos que presiden los elementos histológicos.

La fisiología tiene, por lo tanto, una base experimental tan real y tan sólida, como las ciencias experimentales de los cuerpos brutos. Su problema, sin duda, es muy complejo; pero como se ve, no

sueña una quimera persiguiendo la conquista de la naturaleza viviente.

El hombre tiene en sus manos los instrumentos de su poderío sobre los séres vivientes. Cada dia adquiere la prueba viendo las acciones tóxicas y medicamento-sas que provoca en el organismo (1). La fisiología nos enseña que los venenos y los medicamentos no son activos, sino penetrando en la sangre; es decir, en el medio interno donde viven los elementos orgánicos.

Por otra parte, la vitalidad de los elementos no puede modificarse sino cuando la sustancia activa produce alrededor de ellos modificaciones fisico-químicas determinadas, de lo que se deduce que el problema del fisiólogo consiste en conocer cuáles son las modificaciones fisico-químicas que favorecen, desordenan ó destruyen las propiedades de los diversos elementos histológicos; pero además de las acciones inmediatas producidas por los agentes modificadores enérgicos, venenos

(1) Véase Cl. Bernard. *Leçons sur les effets des substances toxiques et médicamenteuses*. Paris, 1857.

ó medicamentos, el fisiólogo puede todavía ejercer una acción profunda y duradera sobre los organismos vivientes, modificando los elementos histológicos por medio de la nutrición.

Por la nutrición ó por el cultivo se producen modificaciones considerables y bien conocidas en los organismos vegetales. Así se crean variedades en la especie y hasta especies nuevas. Con los animales ocurre lo mismo, y sabemos, por ejemplo, que la producción de la sexualidad y muchas otras modificaciones orgánicas é importantes se reducen á las cuestiones de alimentación y nutrición embrionaria.

Los elementos histológicos no siguen la tradición orgánica de los seres de donde proceden, sino cuando se encuentran colocados en condiciones convenientes de nutrición. Una simple célula animal ó vegetal que, en ciertas circunstancias puede quedar indiferente, adquiere un nuevo desarrollo si se le cambian las condiciones nutritivas. Modificando los medios interiores nutritivos y tomando la materia organizada en el estado naciente, puede esperarse cambiar su dirección evolutiva, y

por consiguiente su expresion orgánica final.

En una palabra: nada se opone á que podamos de este modo producir nuevas especies organizadas, lo mismo que creamos nuevas especies minerales; es decir, que haríamos aparecer formas organizadas que existen virtualmente en las leyes orgánicas, pero que la naturaleza no ha realizado todavía.

IV.

Hasta el día todas las acciones modificadoras del hombre sobre la organización de los seres vivientes son todavía muy limitadas, y no son sino la obra de un grosero empirismo. Aquí, como en todo, es la observación empírica la que nos debe trazar el camino científico. La ciencia empieza únicamente á penetrar en el estudio de los fenómenos de la vida; pero marcha por un camino que le permitirá ciertamente esclarecer, con el tiempo, todas las oscuridades que cubren aún los problemas de la fisiología general.

La fisiología está destinada para servir de base á todas las ciencias que quieran llegar á regir los fenómenos de la naturaleza viviente; estas ciencias interesan, por consecuencia, á la humanidad en el más alto grado.

La agricultura no podría fundarse únicamente sobre las ciencias naturales. Se apoya necesariamente sobre las ciencias experimentales, sobre la física y la química, por una parte, sobre la fisiología animal y vegetal por otra.

La higiene y la medicina de observación, fundadas por Hipócrates hace veintitres siglos, no pudieron dar nacimiento á la medicina experimental y salir del empirismo sino cuando la fisiología experimental les suministrara el punto de apoyo que les faltaba.

Es, pues, la fisiología una ciencia nueva, sobre la que se deben fundar las más legítimas esperanzas, y que se debe proteger y desarrollar lo más posible.

Todo lo que hemos dicho al principio acerca de la necesidad de separar en las ciencias biológicas, el problema de las ciencias naturales del problema de la ciencia experimental, no se reduce solamente á una distinción puramente teórica que conviene hacer entre la fisiología, por una parte, la zoología y la fitología ó botánica por otra; se trata, además, de una separación práctica que es necesario es-

tablecer entre estas ciencias, y que está destinada á ejercer gran influencia sobre los progresos recíprocos de estas ciencias.

Las ciencias proceden analíticamente en su desarrollo, por lo que se han establecido sucesivamente divisiones y subdivisiones científicas que continúan en el día; pero dividiéndose y subdividiéndose las ciencias, no hacen más que acrecentarse y desarrollarse en problemas nuevos que se engendran unos en otros sin confundirse ni aminorarse. El problema de las ciencias naturales biológicas no perderá nada de su importancia separándose del problema de las ciencias experimentales y fisiológicas. Por el contrario, los dos órdenes de ciencias no se desarrollarán sino con más libertad y más esplendor; pero la fisiología experimental, constituyendo una nueva rama del árbol científico, toma necesariamente la savia del tronco y raíces de las ciencias biológicas, de donde se deduce que los progresos particulares de esta última ciencia, deben considerarse, no sólo como resultados debidos á la cultura de una ciencia distin-



ta, sino tambien como el fruto de la evolucion total de las demas ciencias biológicas.

La fisiología experimental, teniendo su problema especial, constituye una ciencia experimental autónoma que, en el órden de las ciencias biológicas, es tan distinta é independiente de la zoología y de la botánica como la química, y en el órden de las ciencias minerales, es independiente tambien de la geología y de la mineralogía. Por lo tanto, la fisiología experimental debe poseer sus medios particulares de trabajo científico, separados de los de la zoología y de los de la botánica. Este es uno de los puntos capitales en la cuestion que nos ocupa.

Uno de los obstáculos que la fisiología experimental ha debido encontrar necesariamente en su evolucion, es el antagonismo de los naturalistas—zoólogos, botánicos y anatómicos,—que, pensando que la fisiología entraba en su dominio y les pertenecía, reclamaban para sus museos y sus colecciones todas las mejoras que hubiera que hacer en las ciencias biológicas, y se oponían á la creacion de laboratorios independientes y de cátedras especiales

de fisiología. Es una ley comun en las ciencias como en toda las instituciones humanas que el progreso no se haga sino por la lucha, ó por lo ménos á consecuencia de repetidos esfuerzos; pero hoy la fisiología ha conquistado la independendencia científica, y las consecuencias de esta conquista se hacen sentir más y más cada dia en la organizacion de su enseñanza. En la actualidad se separa la enseñanza de la zoología y de la anatomía de la de la fisiología experimental, y grandes y magníficos laboratorios, bajo el nombre de *Institutos fisiológicos* (1) se elevan al lado de los museos de zoólogos y botáni-

(1) En Heidelberg la cátedra de anatomía y de fisiología se ha dividido, y se ha creado el bello instituto fisiológico de Mr. Helmotz. En Berlin, la cátedra de anatomía, zoología y fisiología, de J. Muller, se ha dividido: Mr. Reichter ha sido encargado de la zoología y de la anatomía; Mr. Du Bois-Raymond de la fisiología. En Würtzbourg, la cátedra de anatomía y fisiología tambien se ha dividido. En Upsal se ha verificado últimamente la misma separacion y se ha creado una cátedra de fisiología. Estos ejemplos se siguen en muchas universidades.

En España estaban separadas hace tiempo estas asignaturas.—(A. ESPINA.)

cos, como los laboratorios de física y de química, se han elevado al lado de los museos del geólogo y del mineralogista.

Francia ha sido la primera en iniciar los descubrimientos y las ideas que han provocado la renovacion de la fisiología experimental moderna; pero falta hacer algunas reformas para instalar su enseñanza. En todas partes la fisiología experimental se aprecia y acoge como la ciencia moderna que aparece en el horizonte y á la que está reservado el más brillante porvenir. Tiene laboratorios especiales y cátedras separadas que se multiplican más y más en las universidades de Rusia, de Alemania, de Suecia, de Holanda, de Bélgica y de Italia. Ya se han creado institutos en San Petersburgo, en Heidelberg y en otras partes; en Leipzig se eleva un magnífico instituto fisiológico que estará bajo la direccion del eminente profesor Ludwig.

Todas las naciones rivalizan en cierto modo, apresurándose á proteger la fisiología y á proporcionarla todos los medios de cultura que le son necesarios.

Mi único deseo es que nuestro país que,

como he dicho, ha tenido la gloria de ver nacer en él á los ilustres promovedores de la fisiología moderna (1), se asocie al movimiento científico general y aliente á las ciencias fisiológicas, facilitando su conocimiento á las futuras generaciones de sabios.

La fisiología no debería limitarse á explicar las funciones más groseras del cuerpo humano; su misión es aclarar también los mecanismos de la psicología, y por lo tanto, está llamada á obrar directamente sobre las opiniones filosóficas. Pueden hallarse talentos que, siguiendo con ayuda de la lógica las últimas consecuencias de lo que hemos dicho sobre la posibilidad de arreglar todos los fenómenos de la vida, llegarán á ver en esta pretensión fisiológica una contradicción con la filosofía y aún una negación de la libertad. Semejantes oposiciones no me parecen temibles, porque la ciencia no podría destruir hechos evidentes por sí mis-

(1) Véase *Rapport au ministre de l'Instruction publique sur la marche et les progrès de la physiologie générale en France.*

mos, solamente podría llegar á comprenderlos de diferente manera. Me concretaré, por lo tanto, á decir, por ejemplo, que el determinismo absoluto que el fisiólogo reconoce y demuestra en los fenómenos de la vida, es una condicion necesaria de la libertad. El sabio no comprendería, en efecto, que un fenómeno, sea el que quiera, puede manifestarse libremente no estando regido por ninguna ley y que por naturaleza es indeterminado. Creo desde luégo que no es este el momento oportuno de preocuparse de semejantes cuestiones.

Sólo tenemos que continuar nuestras investigaciones y esperar tranquilamente las soluciones de la ciencia. No puede conducirnos nada más que á la verdad y creemos firmemente que la verdad científica será siempre más hermosa que las creaciones de nuestra imaginacion y las ilusiones de nuestra ignorancia.

15 Diciembre 1867.

DEFINICION DE LA VIDA

LAS TEORÍAS ANTIGUAS Y LA CIENCIA
MODERNA.

I.

Desde la más remota antigüedad los filósofos ó los médicos célebres miraban los fenómenos que se desarrollan en los seres vivientes como emanados de un principio superior é inmaterial que obraba sobre la materia inerte y obediente. Tal era el pensamiento de Pitágoras, Platon, Aristóteles é Hipócrates (1), aceptado más adelante por los filósofos y los sabios místicos de la Edad Media, Paracelso, Van

(1) Hipócrates. *Œuvres complètes*; trad. Lithré. Paris, 1840.

Helmont y los escolásticos. Esta concepcion alcanzó su apogeo de favor y de influencia con el célebre médico Stahl, que la dió una forma más clara creando el *animismo*. El animismo fué la expresion, además, de la espiritualidad de la vida; Stahl fué el partidario determinado y el más dogmático de estas ideas perpetuadas desde Aristóteles. Puede añadirse que fué el último representante; el espíritu moderno no ha acogido una doctrina cuya contradiccion con la ciencia aparecía tan manifiesta.

Por otra parte, y en oposicion á las ideas que anteceden, vemos que ántes que la física y la química estuviesen constituidas y se conociesen los fenómenos de la materia bruta, las tendencias filosóficas, avanzando sobre los hechos, trataron de establecer la identidad entre los fenómenos de los cuerpos inorgánicos y los de los cuerpos vivientes. Esta concepcion es el fondo del atomismo de Demócrito y Epicuro. Los atomistas no reconocen la inteligencia motora. El mundo se mueve por sí mismo eternamente. Estos filósofos no consideran más que una sola espe-

cie de materia, cuyos elementos, á causa de sus figuras, gozan de la propiedad de formar, uniéndose los unos á los otros, las combinaciones más diversas, y de constituir los cuerpos inorgánicos y sin vida, así como los séres organizados que viven y sienten como los animales que son racionales y libres, como el hombre.

Esta segunda hipótesis afecta, por lo tanto desde su principio, una forma exclusivamente materialista; pero caso notable, los filósofos más convencidos de la espiritualidad del alma, como Descartes y Leibnitz, no podían tardar en adoptar una manera de ver análoga que atribuyera al juego de las fuerzas brutas todas las manifestaciones comprensibles de la actividad vital. La razon de esta contradiccion aparente está en la separacion casi absoluta que establecieron entre el alma y el cuerpo. Descartes dió una definicion metafísica del alma y una definicion física de la vida. El alma es el principio superior que se manifiesta por el pensamiento; la vida no es más que un efecto superior de las leyes de la mecánica. El cuerpo humano es una máquina formada de resor-

tes, palancas, canales, filtros, cribas y prensas. Esta máquina se ha formado ella misma; el alma se une á ella para contemplar como simple espectadora lo que pasa en el cuerpo. Pero no interviene en nada en la funcionalidad vital. Las ideas de Leibnitz, bajo el punto de vista fisiológico, tienen muchos puntos de analogía con las de Descartes. Como él, separa el alma del cuerpo, y, aunque admite entre los dos una concordancia preestablecida por Dios, les niega toda especie de acción recíproca. «El cuerpo, dice, se desarrolla mecánicamente, y las leyes mecánicas jamás se truncan en los movimientos naturales; todo se verifica en las almas como si no hubiera cuerpo, y todo se hace en el cuerpo como si no hubiera alma.»

Stahl comprendió la naturaleza de los fenómenos de la vida y las relaciones del alma y del cuerpo, de una manera distinta. En los actos vitales desecha todas las explicaciones que les serían comunes con los fenómenos mecánicos, físicos y químicos de la materia bruta. Siendo un gran químico, combate con mucho pode-

río, y autoridad sobre todo, las exageraciones de los médicos ó yatro-químicos, como Sylvius de le Boë, Willis, etc., que explicaban todos los fenómenos de la vida por acciones químicas, fermentaciones, alcalinidad, acidez y efervescencia. Sostiene que no solamente las fuerzas químicas son diferentes de las que regulan los fenómenos de la vida, sino que están en antagonismo con ellas y que tienden á destruir el cuerpo viviente en lugar de conservarle. Es preciso, por lo tanto, siguiendo á Stahl, una fuerza vital que conserve el cuerpo contra la acción de las fuerzas químicas exteriores que tienden sin cesar á invadirle y destruirle; la vida es el triunfo de éstas sobre aquellas. En estas ideas fundó Stahl el *vitalismo*; pero no se concretó á eso: no era nada más que el primer paso que debía conducirle al animismo. «Esta fuerza vital, dice, que lucha sin cesar contra las fuerzas físicas, obra con inteligencia en un dibujo calcado para la conservación del organismo. Por lo tanto, si la fuerza vital es inteligente, ¿para qué diferenciarla del alma racional?»

Basilio Valentin y su discípulo Paracelso habían multiplicado sin medida la existencia de principios inateriales é inteligentes, los *arqueos*, que regulaban los fenómenos del cuerpo viviente. Van-Helmont, el más célebre representante de las doctrinas del arqueo, que unía al genio experimental la imaginacion más desarreglada en sus vuelos, concibió toda una gerarquía de estos principios inateriales. En primer término colocaba el alma racional é inmortal confundiéndose en Dios, despues el alma sensitiva y mortal, teniendo por agente otro arqueo principal que el mismo mandaba multitud de arqueos subalternos, LOS BLAS.

Stahl, que con un siglo de distancia es el continuador de Van-Helmont, simplificó todas estas concepciones de los principios inteligentes, de los espíritus rectores ó de los arqueos. No admite nada más que un alma, el alma inmortal, encargada al mismo tiempo del gobierno corporal. El alma era para él el principio mismo de la vida. La vida es uno de los medios de funcionar el alma, es su *acto vivífico*. El alma inmortal, fuerza inteli-

gente y razonable, gobierna directamente la materia del cuerpo, le pone en accion, le dirige hácia su fin. No solamente dicta nuestros actos voluntarios, sino que hace latir el corazon, circular la sangre, respirar el pulmon y segregar las glándulas. Si se turba la armonía de estas funciones, si sobreviene la enfermedad, es que el alma no ha llenado estas funciones, ó no ha podido resistir eficazmente á las causas exteriores de destruccion. Semejante doctrina tenía algo de extraña y de contradictoria, porque la accion de un alma racional sobre los actos vitales, parece suponer una direccion consciente, y la observacion ménos detenida nos enseña que todas las funciones de nutricion, circulacion, secreciones, digestion, etc., son inconscientes é involuntarias, como si, segun la expresion de un fisiólogo filósofo, la naturaleza hubiera querido por prudencia sustraer estos importantes fenómenos al capricho de una voluntad ignorante. El animismo de Stahl estaba lleno de una exageracion que sus sucesores, si no abandonaron, reformaron profundamente.

Las ideas de Descartes y las de Stahl habían hecho una impresion profunda en la ciencia y creado dos corrientes que debían llegar hasta nosotros.

Descartes había fijado los primeros principios y aplicado las leyes mecánicas al juego de la máquina del cuerpo humano; sus secuaces extendieron y precisaron las aplicaciones mecánicas de los diversos fenómenos vitales. Entre los más célebres de estos yatro-mecánicos es preciso citar en primer término á Borelli, despues Pitcairn, Hales, Keil, y sobre todo, Boerhaave, cuya influencia fué preponderante. Por su parte, la yatro-química, que no es nada más que una fase de la doctrina cartesiana, prosiguió su marcha y se fundó definitivamente al advenimiento de la química moderna. Descartes y Leibnitz habían sentado en principio que las leyes de la mecánica son idénticas por todas partes; que no hay dos máquinas, una para los cuerpos brutos, otra para los cuerpos vivientes.

A la conclusion del último siglo, Lavoisier y Laplace vinieron á demostrar que no hay dos químicas, la una para los cuer-

pos brutos, la otra para los cuerpos vivos. Probaron experimentalmente que la respiracion y la produccion del calor se verifican en el cuerpo del hombre y de los animales por los fenómenos de combustion, iguales exactamente á los que se producen en la calcinacion de los metales.

Próximamente en la misma época, Bordeu, Barthez, Grimaud, brillaban en la escuela de Montpellier. Eran los sucesores de Stahl; sin embargo, no conservaron más que la primera parte de la doctrina del maestro, el vitalismo, y rechazaron la segunda, el animismo. Al contrario de Stahl, querían que el principio de la vida fuera distinto del alma; pero con él admitían una fuerza vital, un principio vital regulador cuya unidad explica la armonía de las manifestaciones vitales, y que obra fuera de las leyes de la mecánica, de la física y de la química.

Sin embargo, el vitalismo se modificó poco á poco en su forma; la *doctrina de las propiedades vitales* marcó una época importante en la historia de la fisiología. En lugar de las concepciones metafísicas que habían reinado hasta entónces, apa-

rece una concepcion fisiológica que tiende á explicar las manifestaciones vitales por las propiedades mismas de los tejidos ó de los órganos.

Ya al finalizar el siglo xvii Glisson había designado la *irritabilidad* como causa inmediata de los movimientos de la fibra viviente. Bordeu, Grimaud y Barthez entreveían más ó ménos vagamente la misma idea. Haller dió su nombre al descubrimiento de esta facultad motora, haciéndonos conocer sus memorables experiencias sobre la irritabilidad y la sensibilidad de las diferentes partes del cuerpo.

Sin embargo, sólo al principio del presente siglo fué cuando Javier Bichat, por una iluminacion del genio, comprendió que la razon de los fenómenos vitales debía buscarse, no en un principio de órden superior inmaterial, sino, por el contrario, en las propiedades de la materia en cuyo seno se verifican estos fenómenos. Bichat, sin duda, no definió las propiedades vitales, las dió caractéres vagos y oscuros; su genio, como sucede con frecuencia, no es haber descubierto los hechos, es haber comprendido el sentido, siendo el



primero en emitir esta idea general, luminosa y fecunda, que en fisiología como en física los fenómenos deben estar unidos á sus propiedades así como á su causa. «La relacion de las propiedades como causas con los fenómenos como efectos, decía (1), es un axioma casi enojoso de repetir hoy en física como en química; si mi obra establece un axioma análogo en las ciencias fisiológicas, habrá llevado su mision...» Despues añadía: «Hay en la naturaleza dos clases de séres, dos clases de propiedades, dos clases de ciencias. Los séres son orgánicos ó inorgánicos; las propiedades son vitales ó no vitales; las ciencias son físicas ó fisiológicas...»

○ Importa comprender bien desde el principio el pensamiento de Bichat. Podría creerse que va á afiliarse con los físicos ó con los químicos, puesto que atribuye como ellos la causa de los fenómenos á las propiedades de la materia; sin embargo, es todo lo contrario; Bichat se aleja y separa de ellos de una manera tan completa como posible. En efecto, el

(1) *Bichat. Anatomie générale, préface.*

fin buscado con ahinco en todos los tiempos por todos los yatro-mecánicos, físicos y químicos, tendía á establecer una semejanza, una identidad entre los fenómenos de los cuerpos vivientes y los de los cuerpos inorgánicos. Bichat, por el contrario, sienta en principio que las propiedades vitales son absolutamente opuestas á las propiedades físicas, de manera que, en lugar de pasarse al campo de los físicos ó de los químicos, permanece vitalista con Stahl y la escuela de Montpellier. Como ellos, considera que la vida es una lucha entre dos acciones opuestas; admite que las propiedades vitales conservan el cuerpo viviente, entorpeciendo las propiedades físicas que tienden á destruirle. Cuando sobreviene la muerte, no es nada más que el triunfo de las propiedades físicas sobre sus antagonistas. Por otra parte, Bichat resume completamente sus ideas en la definicion que hace de la vida: *la vida es el conjunto de las funciones que resisten á la muerte*, lo que en otros términos quiere decir: la vida es el conjunto de propiedades vitales que resisten á las propiedades físicas.

Este punto de vista, que consiste en considerar las propiedades vitales como especies de entidades metafísicas que no se definen con claridad, pero que se oponen á las propiedades físicas ordinarias, ha arrastrado sin duda alguna la investigacion en los mismos errores que las demas doctrinas vitalistas. Sin embargo, la concepcion de Bichat, separada de los errores casi inevitables de su época, no deja de ser una concepcion del genio, que sirve de base á la fisiología moderna. Las doctrinas filosóficas, animistas ó vitalistas anteriores á él, hacían sentir su influjo de mucho tiempo atras sobre la realidad, para poder llegar á ser las iniciadoras fecundas de la ciencia de la vida; no servían sino para embrollar la ciencia, jugando el papel de los sofismas reaccionarios que reinaban en las escuelas antiguamente. Bichat, por el contrario, descentralizando la vida, encarnándola en los tejidos y uniendo fuertemente sus manifestaciones con las propiedades de los mismos tejidos, los ha colocado, por decirlo así, bajo la dependencia de un principio todavía metafísico, pero ménos elevado en digni-

dad filosófica, y pudiendo llegar á ser más accesibles al espíritu de investigacion y de progreso. En una palabra, Bichat se ha engañado como sus antecesores, los vitalistas, sobre la teoría de la vida, pero no se ha engañado sobre el método fisiológico. Gloria suya es haberle fundado, colocándose en las propiedades de los tejidos y de los órganos las causas inmediatas de los fenómenos de la vida. Las ideas de Bichat produjeron en fisiología y en medicina una revolución profunda y universal. La escuela anatómica apareció investigando con ardor, con las propiedades vitales de los tejidos sanos y enfermos, la aplicación de los fenómenos de la salud ó de la enfermedad. Por otra parte, los progresos de los métodos físicos y los brillantes descubrimientos de la química moderna, arrojando viva luz sobre las funciones vitales, venían cada día á protestar contra la separación y la oposición radicales que Bichat, como los demás vitalistas, habían creído ver entre los fenómenos orgánicos é inorgánicos de la naturaleza. Hé aquí por qué encontramos próximos

á nosotros en Lavoisier y en Bichat, los representantes de las dos grandes tendencias opuestas que hemos desarrollado desde la antigüedad, al principio mismo de la ciencia, la una buscando reducir los fenómenos de la vida á las leyes de la química, de la física, de la mecánica; la otra, queriendo, por el contrario, distinguirlos y colocarlos bajo la dependencia de un principio particular, de una potencia especial, sea cualquiera el nombre que se le dé, *alma*, *arqueo*, *psyquis*, *mediador plástico*, *espíritu regulador*, *fuerza vital*, ó *propiedades vitales*. Esta lucha, ya comenzada hace tiempo, no ha concluido todavía; ¿cómo deberá concluir? ¿Llegará á triunfar una de las doctrinas sobre la otra sin darla participacion en la victoria? No lo creo. Los progresos de las ciencias dan por resultado debilitar gradualmente, y por igual, las primeras concepciones exclusivas nacidas de nuestra ignorancia. Siendo su única fuerza lo desconocido, á medida que desaparece, deben cesar las luchas, desvanecerse las doctrinas opuestas y reinar sin rival la verdad científica que les sustituye.

II.

Podemos decir de Bichat, como de la mayoría de los grandes promovedores de la ciencia, que tuvo el mérito de encontrar la fórmula para las concepciones flotantes de su tiempo. Todas las ideas de sus contemporáneos acerca de la vida, todas sus tentativas para definirla, no son sino el eco ó la paráfrasis de su doctrina.

Un cirujano del *Hôtel-Dieu* de Paris, Ph. J. Pelletan, enseña que la vida es la resistencia opuesta por la materia organizada á las causas que tienden sin cesar á destruirla.

Cuvier desarrolla el mismo pensamiento, que la vida es una fuerza que resiste á las leyes que rigen á la materia bruta; la muerte no sería otra cosa que la vuelta de la materia viviente bajo el imperio de estas leyes. Lo que distingue al cadáver

del cuerpo viviente, es este principio de resistencia que sostiene ó que abandona la materia organizada, y para dar cuerpo á esta idea, Cuvier nos representa el cuerpo de una mujer en el apogeo de la juventud y de la salud muerta súbitamente.

«Ved, dice, esas formas redondeadas y voluptuosas, esa flexibilidad graciosa de los movimientos, ese dulce color, esas mejillas teñidas de rosa, esos ojos brillantes por la chispa del amor ó el fuego del genio, esa fisonomía animada por los destellos del genio ó animada por el fuego de las pasiones; todo parece reunirse para hacer un sér encantador. Un instante basta para destruir este prestigio: con frecuencia sin causa aparente, el movimiento y el sentimiento acaban de cesar, el cuerpo pierde su calor, los músculos se deprimen y dejan aparecer las líneas angulosas de los huesos; los ojos aparecen entornados, los labios y las mejillas lívidos. No son estos sino los preludios de cambios más horribles: las carnes se tiñen de azul, de verde, de negro; atraen la humedad, y mientras que una porción se evapora en emanaciones pútridas, otra

se desvanece en una cáries infecta que no tarda en disiparse tambien; en una palabra, al cabo de un corto número de dias no queda nada más que algunos principios térreos y salinos; los otros elementos se han dispersado en las aguas y en los aires para entrar en otras combinaciones.

» Es claro, dice Cuvier, que esta separacion es el efecto natural de la accion del aire, de la humedad, del calor, en una palabra, de todos los agentes exteriores sobre el cuerpo muerto, y que tiene su causa en la atraccion electiva de los diversos agentes para los elementos que le componen. Sin embargo, este cuerpo estaba igualmente rodeado en vida; las afinidades para sus moléculas eran las mismas, y hubiese sucedido igualmente si no hubiesen estado retenidas en el conjunto por una fuerza superior á estas afinidades, que no cesa de obrar sobre ellas hasta el instante de la muerte.»

Estas ideas de contraste y aparicion entre las fuerzas vitales y las fuerzas exteriores fisico-químicas que encontramos en la doctrina de las propiedades vitales se habían expuesto ya por Stahl, pero en

un lenguaje oscuro y casi bárbaro; expuestas por Bichat con una luminosa sencillez y un gran encanto en el estilo, estas mismas ideas sedujeron y arrastraron todos los ánimos.

Bichat no se contenta con afirmar el antagonismo de los órdenes de propiedades que se reparten la naturaleza, sino caracterizándolos, los opone de una manera sorprendente.

«Las propiedades físicas de los cuerpos son eternas. En la creación estas propiedades se ampararon de la materia, que quedará constantemente penetrada en la inmensa serie de los siglos. Las propiedades vitales son, por el contrario, esencialmente temporales; la materia bruta, pasando por los cuerpos vivientes se penetra en estas propiedades físicas; pero no es una alianza duradera, porque es natural de las propiedades vitales agotarse; el tiempo las gasta en el mismo cuerpo. Exaltadas en la primera edad, quedando como estacionarias en la edad adulta, se debilitan y anulan en los últimos tiempos. Se ha dicho que Prometeo, habiendo formado unas estatuas de hombres, robó el

fuego del cielo para animarlas. Este fuego es el emblema de las propiedades vitales: entre tanto que arde, la vida se sostiene; cuando se apaga, se acaba.»

En este contraste únicamente y en la duracion de las propiedades físicas y de las propiedades vitales, funda y deduce Bichat todos los caracteres distintivos de los seres vivos y de los cuerpos brutos, todas las diferencias entre las ciencias que los estudian.

Siendo eternas las propiedades físicas, dice Bichat, los cuerpos brutos no tienen ni principio ni fin necesarios, ni edad, ni evolucion; no tienen otros límites que el que los asigna el azar.

Cambiando y de duracion limitada las propiedades vitales, los cuerpos vivos son movibles y perecederos; tienen principio, nacimiento, muerte, edades, en una palabra, una evolucion que deben recorrer. Las propiedades vitales se encuentran constantemente en lucha con las propiedades físicas; el cuerpo vivo, teatro de esta lucha, sufre las alternativas. La enfermedad y la salud no son otra cosa que las peripecias de ese combate; si

triunfan las propiedades físicas definitivamente, su triunfo es la muerte; si, por el contrario, las propiedades vitales recobran su imperio, el sér viviente se cura de su enfermedad, cicatriza sus heridas, repara su organismo y entra en la armonía de sus funciones. Nada semejante se observa en los cuerpos brutos; estos cuerpos quedan inmutables como la muerte misma, de que son la imágen.

De aquí nace una profunda distincion entre las ciencias que llama *vitales* y las que llama *no vitales*. Siendo fijas las propiedades fisico-químicas, constantes, las leyes de las ciencias que las estudian son igualmente constantes é invariables; se las puede preveer, calcular con certeza. Teniendo las propiedades vitales por carácter esencial la inestabilidad, todas las funciones vitales son susceptibles de multitud de variedades; nada se puede preveer, nada calcular en sus fenómenos.

De lo que concluye Bichat, «que leyes absolutamente diferentes presiden á una y otra clase de fenómenos.»

Hé aquí en sus líneas más salientes y con sus consecuencias *la doctrina de las*

propiedades vitales que ha dominado largo tiempo en la escuela á pesar de las justas críticas de que ha sido objeto.

Vamos á examinar brevemente si la division de los fenómenos en dos grandes grupos, tal y como la establecía la doctrina de la que se hizo Bichat elocuente defensor, está bien fundada, ó si no es nada más que una concepcion sistemática y no la expresion de la verdad.

Primeramente, ¿es verdad que los cuerpos de la naturaleza inorgánica son eternos y los cuerpos vivientes los únicos perecederos? ¿No habrá entre ellos sencillas diferencias de grados que nos ilusionan por su gran desproporcion?

Es cierto que la vida de un elefante, por ejemplo, puede parecer una eternidad comparada con la de la efemera; y cuando consideramos la vida del hombre relativamente á la duracion del medio cósmico en que habita, nos parece un instante en el infinito del tiempo. Los antiguos pensaron de esta manera: oponían el mundo viviente, en el que todo está sujeto al cambio y á la muerte, al mundo sideral, inmutable é incorruptible. Ha reinado esta doc-

trina de la inmutabilidad de los cielos hasta el siglo xvii. Los primeros lentes permitieron en aquel entonces hacer constar la aparición de una nueva estrella en la constelación del Serpentario; este cambio en el cielo verificado, por decirlo así, á la vista del observador, empezó á conmover la creencia de los antiguos: *materiam coeli esse innalterabilem*. En el día, el espíritu de los astrónomos está familiarizado con la idea de una movilidad continua del mundo sideral. «Los astros no han existido siempre, dice M. Faye; tuvieron un período de formación; tendrán un período de declinación seguido de una extinción final.»

La eternidad de los cuerpos siderales, invocada por Bichat, no es real por lo tanto; tienen una evolución como los cuerpos vivientes; evolución lenta, si se la compara á nuestra vida presente; evolución que abraza una duración fuera de las proporciones con las que estamos familiarizados á considerar el rededor de nosotros. Por otra parte, los astrónomos, ántes de conocer las leyes de los movimientos de los cuerpos celestes, habían

ideado potencias, fuerzas siderales, como los fisiólogos reconocían potencias y fuerzas vitales. Keplero mismo admitía un *espiritu rector sideral* por la influencia, del que «los planetas siguen en el espacio sábias *curvas* sin dificultar á los astros que siguen otro curso, sin desarreglar la armonía arreglada por el divino geómetra.»

Si, pues, los cuerpos vivos no son los únicos sometidos á la ley de evolucion, la facultad de regenerarse, de cicatrizarse, no les pertenece á la exclusiva, siquiera sea en los que se manifiesta con más actividad.

Sabemos todos que un organismo viviente, cuando ha sido mutilado, tiende á rehacerse segun las leyes de su morfología especial; la herida se cicatriza en el animal y en la planta, la pérdida de sustancia se recupera y el sér se restablece en su forma y su unidad. Este fenómeno de reconstitucion, de *reintegracion*, ha llamado profundamente la atencion de los filósofos naturalistas y han insistido mucho acerca de esta tendencia de la vida á la individualidad, que hace del sér vi-

viente un todo armónico, una especie de pequeño mundo en el grande. Cuando se ha turbado la armonía del edificio orgánico, tiende á restablecerse.

Pero no es necesario invocar, para explicar estos hechos, una fuerza, una propiedad vital en contradicción con la física. Los cuerpos minerales se muestran dotados de esta misma unidad morfológica, de esta misma tendencia á restablecerse. Los cristales, como los seres vivientes, tienen sus formas, su plan particular, son susceptibles de experimentar las acciones perturbadoras del medio ambiente. La fuerza física que coloca las partículas cristalinas según las leyes de una sabia geometría, tiene análogos resultados á las que arregla la sustancia organizada bajo la forma de un animal ó una planta.

M. Pasteur ha señalado hechos de cicatrización, de reintegración cristalina, que merecen toda nuestra atención. Estudia ciertos cristales y los somete á mutilaciones que ha visto repararse muy rápida y muy regularmente. Resulta del conjunto de sus experimentos que «cuando un cristal se ha roto por alguna de sus partes y

se le coloca nuevamente en su agua madre, se ve, al mismo tiempo que se aumenta en todos sentidos por un depósito de partículas cristalinas, un trabajo muy activo que tiene lugar sobre la parte rota ó deformada, y que al cabo de algunas horas ha satisfecho, no solamente á la regularidad del trabajo general en todas las partes del cristal, sino tambien el restablecimiento de la regularidad en la parte mutilada.»

Estos notables hechos de reintegracion cristalina se aproximan completamente á los que presentan los séres vivientes cuando se les hace una herida más ó ménos profunda. En el cristal, como en el animal, la parte herida se cicatriza, toma poco á poco su forma primitiva, y en los dos este trabajo de neoformacion de los tejidos es más activo, con mucho, que en las condiciones evolutivas ordinarias.

Las breves consideraciones que acabamos de exponer, y que podríamos desarrollar hasta el infinito, nos parecen suficientes para demostrar que la línea profunda de demarcacion que los vitalistas han querido establecer entre los cuerpos



brutos bajo el punto de vista de su duracion, de su evolucion y su reintegracion primitiva, no está fundada.

En cuanto á la lucha que han supuesto entre las fuerzas ó las propiedades físicas y las fuerzas ó las propiedades vitales, es la expresion de un profundo error.

La doctrina de las propiedades vitales enseña que en los cuerpos brutos se encuentra un solo órden de propiedades, las propiedades físicas, y que en los cuerpos vivientes se encuentran dos especies, las propiedades físicas y las propiedades vitales, constantemente en lucha, en antagonismo, y tendiendo á predominar las unas sobre las otras.

«Durante la vida, dice Bichat, las propiedades físicas, encadenadas por las propiedades vitales, están sin cesar retenidas en los fenómenos que tienden á producir.»

Resultaría lógicamente deducido de este antagonismo que en los organismos en que tuvieran más potencia ó imperio las fuerzas vitales, estarían más atenuadas y vencidas las fuerzas físicas, y recíprocamente se presentarían con más potencia

las fuerzas físicas allí donde estén más debilitadas las fuerzas vitales.

Precisamente la verdad se halla en la proposición contraria, y esta verdad ha sido demostrada suficientemente por Lavoisier y sus sucesores.

La vida es en el fondo la imagen de una combustión, y la combustión no es nada más que una serie de actos químicos á los que están unidas de una manera directa las manifestaciones calóricas, luminosas y vitales. Cuando se suprime el oxígeno de la atmósfera, el agente de las combustiones, la llama se apaga en seguida, la vida se detiene. Si se aumenta ó disminuye la cantidad de gas comburente, los fenómenos vitales, así como los fenómenos químicos de combustión, estarán extenuados ó exaltados en la misma proporción.

No es necesario ver un antagonismo entre los fenómenos químicos y las manifestaciones vitales, sino por el contrario, un perfecto paralelismo, una solidaridad armónica y necesaria.

En toda la serie de los seres organizados, la intensidad de las manifestaciones

vitales está en relacion directa con la actividad de las manifestaciones químicas orgánicas. En todas partes las pruebas se presentan espontáneamente por sí mismas.

Cuando el hombre ó el animal es presa del frio, los fenómenos de combustion orgánica se deprimen al principio; despues se enrarecen los movimientos; la sensibilidad, la inteligencia se embotan y desaparecen, el adormecimiento es completo. Al despertar de este letargo, las funciones vitales reaparecen, pero siempre paralelamente á la reaparicion de los fenómenos químicos.

Cuando la vida se suspende en un infusorio desecado y se restablece por medio de unas gotas de agua, no es que la desecacion haya atacado la vida y sus propiedades vitales, es porque el agua necesaria á la realizacion de los fenómenos físicos y químicos faltaba en el organismo. Cuando Spallanzani ha resucitado, humedeciéndolas, rotíferas desecadas desde hacia treinta años, ha hecho sencillamente reaparecer en su cuerpo los fenómenos físicos y químicos que se habían detenido

durante treinta años. El agua no ha traído otra cosa, ni fuerza ni principio.

¿Cómo podríamos comprender un antagonismo, una oposición entre las propiedades de los cuerpos vivos y las de los cuerpos brutos, siendo los elementos constituyentes de los dos órdenes de cuerpos los mismos? Buffon, queriendo explicarse la diferencia de los seres organizados y la de los inorgánicos fué lógico suponiendo en los primeros una sustancia orgánica especial elemental que no poseían los segundos. La química ha destruido por completo esta hipótesis, probando que todos los cuerpos están exclusivamente formados de elementos minerales sacados del medio cósmico. El cuerpo del hombre, el más complejo de los cuerpos vivientes, está materialmente constituido por catorce de estos elementos. Se comprende fácilmente que estos catorce cuerpos simples pueden, uniéndose, combinándose de todas maneras, engendrar combinaciones infinitas y formas compuestas dotadas de las propiedades más variadas; pero lo que no se concibe es que estas propiedades fuesen de otro orden ó

de otra esencia que estas mismas combinaciones.

Resumiendo, la oposicion, el antagonismo, la lucha admitida entre los fenómenos vitales y los fenómenos fisico-químicos segun la escuela vitalista, es un error del que los descubrimientos de la fisica y la química moderna han dado buena cuenta.

Pero aún hay más; la doctrina vitalista no descansa solamente sobre falsas hipótesis, sobre hechos erróneos; es, por su naturaleza, contraria al espíritu científico. Queriendo crear dos órdenes de ciencias, unas para los cuerpos brutos, otras para los cuerpos vivientes, llega esta doctrina puramente á negar la ciencia misma. Bichat, ya lo hemos dicho, sienta el principio de que las leyes de las ciencias fisicas son absolutamente opuestas á las de las ciencias vitales. En las primeras todo sería fijo é invariable; en las segundas, todo variable é inconstante. La divergencia entre estos dos órdenes de ciencias debe hacerlas extrañas unas á otras é incapaces de prestarse mutuo socorro. Es la conclusion final á que llega inevitable-

mente Bichat. «Como las ciencias físicas y químicas, dice, se han perfeccionado antes de las fisiológicas, se ha creído aclarar las unas asociando las otras, y se las ha embrollado. Era inevitable, porque aplicar las ciencias físicas á la fisiología, es explicar por las leyes de los cuerpos inertes los fenómenos de los cuerpos vivientes. Hé aquí un principio falso, del que todas las consecuencias pecarían de la misma falsedad.»

Si, á pesar, preguntamos cuáles son los caracteres propios de esta ciencia viviente, Bichat nos responde: «Es una ciencia cuyas leyes son, como las funciones vitales en sí mismas, susceptibles de multitud de variedades que escapan á todo cálculo, en lo que no se puede prever nada ó predecir, en lo que no tenemos nada más que apreciaciones casi siempre inciertas.»

Son estas herejías científicas tan enormes, que no debíamos siquiera comprenderlas, si no fuera para demostrar cómo la lógica de un sistema puede conducir fatalmente á estos errores. Reconocer que los fenómenos vitales no podían someterse á ninguna ley precisa, á ninguna condicion

fija y determinada, y admitir que estos fenómenos, así definidos, constituirían una ciencia vital, que su carácter genérico es la vaguedad y lo incierto, es abusar de la palabra *ciencia*. Me parece que no hay nada que responder á semejantes razonamientos, porque son ellos mismos la negacion completa y la carencia absoluta de todo espíritu científico.

Sin embargo, ¡qué de veces no se han reproducido argumentos análogos! ¡Cuántos médicos han profesado que la fisiología y la medicina no serán nunca nada más que semi-ciencias, ciencias de conjetura, porque no se podría coger el principio de la vida ó el genio secreto de las enfermedades!

Estas afirmaciones, que vienen todavía á zumbiar en nuestros oídos como los ecos lejanos de doctrinas juzgadas, no sabrán detenernos. Descartes, Leibnitz y Lavoisier, nos han enseñado que la materia tiene sus leyes y no difieren en los cuerpos vivientes y en los cuerpos brutos; nos han demostrado que en el mundo no hay nada más que una mecánica, una física, una química, comun á todos los seres de

la naturaleza. No hay, por lo tanto, dos órdenes de ciencias.

Toda ciencia, digna de este nombre, es la que conociendo las leyes precisas de los fenómenos, los predice con seguridad y los interpreta cuando están á su alcance. Todo lo que no es esto es empirismo ó ignorancia, porque no es posible ni admisible la ciencia á medias ó la ciencia por conjeturas. Es un error craso creer que en los cuerpos vivientes debemos preocuparnos de la esencia misma y del principio de la vida. No podemos remontarnos al principio de nada, y al fisiólogo no le incumbe el principio de la vida, como el químico no se preocupa del principio de la afinidad de los cuerpos. Las causas primeras se nos escapan en todas las ciencias, y en todas ellas sólo podemos averiguar las causas inmediatas de los fenómenos. Pues bien: estas causas inmediatas, que no son otra cosa que las condiciones mismas de los fenómenos, son susceptibles de un determinismo tan riguroso en las ciencias de los cuerpos vivientes como en las ciencias de los cuerpos brutos. No hay ninguna diferencia

científica en todos los fenómenos de la naturaleza; únicamente existe la complejidad ó delicadeza de las condiciones de su manifestacion, que los hacen más ó ménos difíciles de distinguir y precisar.

Estos son los principios que deben dirigirnos. Por esto concluiremos asegurando, sin género de duda alguna, que la dualidad establecida por la escuela vitalista en las ciencias de los cuerpos brutos y las ciencias de los cuerpos vivientes, es absolutamente contraria á la ciencia misma. La unidad reina en todos sus dominios. Las ciencias de los cuerpos vivientes y las de los cuerpos brutos tienen por base los mismos principios, y por medios de estudio los mismos métodos de investigacion.

III.

Si las doctrinas vitalistas han sucumbido por el error esencial de su principio del dualismo ó del antagonismo entre la naturaleza viviente y la naturaleza inorgánica, el problema todavía subsiste. Vamos á contestar á esta cuestion secular. *¿Qué es la vida?* O á esta otra: *¿Qué es la muerte?* Porque estas dos cuestiones están estrechamente unidas, y no podrían separarse la una de la otra.

Está caracterizado el sér viviente por la *nutricion*. El edificio orgánico es perpetuo asiento de un movimiento nutritivo, movimiento intestino que no deja reposo en ninguna parte; cada uno, sin tregua ni descanso, se alimenta en el medio que le rodea, y arroja sus heces y sus productos. Esta renovacion molecular es inapreciable para la mirada directa; pero como

vemos el principio y el fin, la entrada y salida de las sustancias, concebimos las fases intermediarias y nos representamos una corriente de materias que atraviesan continuamente el organismo y le renuevan en su sustancia manteniéndole en su forma. Este movimiento, que se ha llamado el *torbellino vital*, el *circulus material* entre el mundo orgánico y el inorgánico, existe tanto en la planta como en el animal, no se interrumpe nunca, y se convierte en la condición y al mismo tiempo en la causa inmediata de todas las demás manifestaciones vitales. La universalidad de tal fenómeno, la constancia que presenta, su necesidad, le hacen el carácter fundamental del ser viviente, el signo más general de la vida. No nos asombraremos, por lo tanto, que algunos fisiólogos hayan intentado tomarle para definir la vida misma.

Nunca es sencillo este fenómeno; importa analizarle, penetrar más profundamente el mecanismo, con objeto de precisar la idea que su exámen superficial puede darnos de la vida.

El movimiento nutritivo comprende dos

operaciones distintas, pero conexas é inseparables: una por medio de la que la materia inorgánica se fija ó incorpora á los tejidos vivientes como parte integrante, otra por medio de la que se separa y los abandona. Este doble movimiento incesante no es, en definitiva, sino una alternativa perpetua de la *vida y la muerte*, es decir, de destruccion y reconstruccion de las partes constitutivas del organismo.

Los vitalistas no han comprendido la nutricion. Unos, imbuidos de la idea de que la vida tiene por esencia resistir la muerte, es decir, á las fuerzas físicas y químicas, debían creer que el sér viviente llegado á su pleno desarrollo, no tenía nada más que hacer que sostenerse en el equilibrio más estable posible, neutralizando la influencia destructiva de los agentes exteriores; otros, comprendiendo mejor el fenómeno y apreciando la perpetua mutacion del organismo, han rechazado admitir que este movimiento de renovacion molecular se produjera por las fuerzas generales de la naturaleza, y lo han atribuido á una fuerza vital.

Ni los unos ni los otros han visto que

era precisamente la destruccion orgánica operada bajo la influencia de las fuerzas fisico-químicas generales la que provoca el movimiento incesante de cambios, convirtiéndose de esta manera en causa de la reorganizacion.

Los actos de destruccion orgánica ó de desorganizacion se nos revelan inmediatamente, los signos son evidentes, se manifiestan al exterior y se repiten á cada manifestacion vital. Los actos de asimilacion ó de organizacion, por el contrario, quedan interiores y sin casi expresion fenomenal; presiden á una síntesis orgánica que arregla de una manera silenciosa y oculta los materiales que se gastarán más tarde en las brillantes manifestaciones de la vida. Es una verdad bien notable y bien esencial, á saber, que estas dos fases del círculo nutritivo se traducen de una manera tan diferente, quedando latente la organizacion y teniendo la desorganizacion por signo sensible todos los fenómenos de la vida. Aquí, como en muchas cosas, nos engaña la apariencia; lo que llamamos *fenómeno de vida* es en el fondo un *fenómeno de muerte orgánica*.

Los dos factores de la nutricion son, por lo tanto, la *asimilacion* y la *desasimilacion*, ó de otra manera, la *organizacion* y la *desorganizacion*. La desasimilacion acompaña casi siempre la manifestacion vital; cuando en el hombre y en el animal sobreviene un movimiento se destruye y se quema una parte de la sustancia activa del músculo; cuando se manifiestan la sensibilidad y la voluntad los nervios se gastan; cuando se piensa, el cerebro se consume, etc. Puede decirse que la materia no sirve nunca dos veces para la vida; cuando se ha cumplido un acto, la partícula que sirvió para producirle no existe. Si reaparece el fenómeno es que una materia nueva le presta su concurso. El gasto molecular es siempre proporcional á la intensidad de las manifestaciones vitales. La alteracion material es tanto más profunda ó considerable cuanto la vida se presenta más activa. La desasimilacion arroja de la profundidad del organismo sustancias tanto más oxidadas por la combustion vital cuanto la funcion de los órganos es más enérgica. Estas oxidaciones ó combustiones engendran el calor ani-

mal, dan nacimiento al ácido carbónico que exhala el pulmon y á diferentes productos que se eliminan por los demas emuntorios de la economía. El cuerpo se gasta, experimenta una consuncion y una pérdida de peso que se miden y se traducen por la intensidad de las funciones. En todas partes, en una palabra, la destruccion fisico-química está unida á la actividad funcional, y podemos mirar como un axioma fisiológico la siguiente proposicion: *Toda manifestacion de un fenómeno en el sér viviente está unida necesariamente á una destruccion orgánica.*

Semejante ley, que encadena el fenómeno que se produce á la materia que se destruye, ó por mejor decir, á la sustancia que se transforma, no tiene nada especial al mundo viviente; la naturaleza física obedece á la misma regla.

Un sér viviente que está en la plenitud de su actividad funcional no nos manifiesta, por lo tanto, la energía de una gran fuerza vital misteriosa; nos manifiesta sencillamente en su organismo la plena actividad de los fenómenos químicos de combustion y de destruccion orgánicas.

Cuando Cuvier nos pinta la vida desvaneciéndose en el cuerpo de una jóven, se debiera creer con los vitalistas que las fuerzas ó las propiedades físicas y químicas estaban entónces dominadas ó retenidas por la fuerza vital. Por el contrario, todas las fuerzas físicas desencadenadas, el organismo quema y se consume más vivamente, y por esto mismo la vida brilla con toda su intensidad.

Sthal ha dicho con razon que los fenómenos físicos y químicos destruyen los cuerpos vivientes y los conducen á la muerte; pero la verdad se les escapa por no haber visto que los fenómenos de destruccion vital son en sí mismos los instigadores y los precursores de la renovacion material que se oculta á nuestra vista en la intimidad de los tejidos. Al mismo tiempo, en efecto, que los fenómenos de combustion se producen con claridad por las manifestaciones vitales exteriores, el proceso formativo se opera en el silencio de la vida vegetativa. No hay otra expresion que él mismo, es decir, que se revela por la organizacion y la reparacion del edificio viviente.



En la antigüedad se comparó la vida con una antorcha. Esta metáfora es una verdad en el día, gracias á Lavoisier. El sér que vive es como la antorcha que arde; el cuerpo se gasta, la materia de la antorcha se destruye; uno brilla con la llama física, el otro con la llama vital. No faltaba más, para que la comparacion fuera rigurosa, que concebir una antorcha física capaz de durar, que se renovara y se regenerara como la antorcha vital. La combustion física es un fenómeno aislado, en alguna manera accidental, no teniendo en la naturaleza uniones armónicas sino consigo misma. La combustion vital, por el contrario, supone una regeneracion correlativa, fenómeno de la más alta importancia, del que nos queda que trazar los caracteres principales.

El movimiento de regeneracion ó de síntesis orgánica nos ofrece dos modos principales. Tan pronto la síntesis asimila la sustancia ambiente para hacer principios nutritivos, tan pronto forma directamente los elementos de los tejidos. Por esta razon vemos, al lado de la formacion de los productos inmediatos de la síntesis

química, aparecer fenómenos de mudas ó renovaciones histológicas, tan pronto continuas, tan pronto periódicas. Los fenómenos de regeneracion, de reintegracion, de reparacion, que se presentan en el adulto, son de la misma naturaleza que los fenómenos de generacion y de evolucion por medio de los que el embrion constituye en su origen los órganos y los elementos anatómicos. El sér viviente está caracterizado, por lo tanto, á la vez por la generacion y la nutricion; es necesario reunir ó confundir estos dos órdenes de fenómenos, y en lugar de crear categorías distintas hacemos un acto único cuya esencia y mecanismos son en todo semejantes. Con esta idea se ha podido decir con razon que *nutricion no era otra cosa que una generacion continuada*. Síntesis orgánica, generacion, regeneracion, reintegracion y aún cicatrizacion, son aspectos del mismo fenómeno, manifestaciones variadas de un mismo agente, *el gérmen*.

El gérmen es el agente por excelencia de la organizacion y de la nutricion; llama alrededor de él la materia cósmica y la

organiza para constituir el nuevo sér. Algunas veces el gérmen no puede manifestar de otra manera su potencia organizadora sino operando él mismo combustiones y destrucciones orgánicas. Hé ahí por qué se encierra desde su origen en una célula, la célula del huevo, y allí se rodea de materiales nutritivos elaborados, que se llama el *vitelus*.

La célula-huevo, constituida de esta manera por el gérmen y el vitelus, desarrolla el organismo nuevo segmentándose y dividiéndose hasta el infinito en una cantidad innumerable de células provistas de un gérmen de nutrición. Este gérmen celular, que se llama el *núcleo* de la célula, atrae y elabora alrededor de él los materiales nutritivos especiales destinados á las combustiones funcionales de cada uno de los elementos de nuestros tejidos y de nuestros órganos. Cuando los fenómenos de reintegración naturales ó accidentales sobrevienen, cuando un nervio cortado, por ejemplo, se regenera y vuelve á funcionar, no son más que los núcleos celulares, que, del mismo modo que el gérmen primordial de que provie-

nen, se dividen, se multiplican, para reconstituir en el adulto los nuevos tejidos, repitiendo idénticamente los procedimientos de la formación embrionaria.

Todos los fenómenos tan variados de regeneración y de síntesis orgánicas tienen por carácter distintivo, según hemos dicho, ser en cierto modo invisibles al exterior. Reinando el silencio que reina en un huevo en incubación, no podría sospecharse la actividad que allí se desarrolla y la importancia de los fenómenos que se llevan á cabo; el ser nuevo es el que al salir nos demostrará por sus manifestaciones vitales las maravillas de este trabajo lento y oculto.

Lo mismo sucede en todas las demás funciones nuestras; cada cual tiene, por decirlo así, su incubación organizadora. Cuando se manifiesta un acto vital exteriormente, sus condiciones ya estaban reunidas hacía mucho tiempo en esta elaboración silenciosa y profunda que prepara las causas de todos los fenómenos. Importa no perder de vista estas dos fases del trabajo fisiológico. Para modificar las acciones vitales es preciso atacarlas en su

evolucion oculta; cuando el fenómeno aparece es demasiado tarde. En esta cuestion, como en todas, nada sucede al azar; los sucesos más sencillos en apariencia han tenido sus causas latentes. El objeto de la ciencia es precisamente descubrir estas causas elementales con el fin de modificarlas y dominar de este modo la aparicion ulterior de los fenómenos.

En resúmen, distinguiremos en el cuerpo viviente dos grandes grupos de fenómenos inversos: los *fenómenos funcionales* ó de *gasto vital*, y los *fenómenos orgánicos* ó de *concentracion vital*. Dos órdenes de actos completamente opuestos en su naturaleza sostienen la vida: la *combustion desasimiladora*, que gasta la materia viviente en los órganos en funcion, y la *síntesis asimiladora*, que regenera los tejidos en los órganos que descansan. Los agentes de estos dos géneros de fenómenos no son ménos diferentes, y la combustion vital toma del exterior el agente general de las combustiones, el oxígeno, y en su defecto los *fermentos*, cuya accion desasimiladora puede intervenir en lo profundo del organismo donde el

aire no penetra. La síntesis organizadora, por el contrario, posee un agente especial, el gérmen propiamente dicho, ó los núcleos de células, gérmenes secundarios, que son emanaciones y que se encuentran extendidos en todas las partes elementales del cuerpo viviente. Las condiciones de la asimilacion funcional y las de la asimilacion orgánica están igualmente separadas. Los mismos agentes de combustion, que gastan el edificio orgánico durante la vida, continúan destruyéndole despues de la muerte, cuando los fenómenos de regeneracion han desaparecido en el organismo. Resulta, pues, que todos los fenómenos funcionales acompañados de combustion, de fermentacion ó de disociacion orgánica, pueden verificarse tanto en el exterior como en el interior de los séres vivientes.

Gracias á esta circunstancia, el fisiólogo puede analizar los mecanismos vitales con la ayuda de la experimentacion. En un organismo mutilado sostiene artificialmente la respiracion, la circulacion, la digestion, etc., y estudia las propiedades de los tejidos vivientes separados del

cuerpo. En estas partes dislocadas, el músculo se contrae, la glándula segrega y el nervio conduce las excitaciones absolutamente como durante la vida; algunas veces si los tejidos aislados ó separados del conjunto de sus funciones orgánicas pueden gastarse y funcionar todavía, no pueden de ningun modo regenerarse: por esta razon se hace inevitable su muerte definitiva. Los fenómenos de renovacion orgánica, al contrario que los fenómenos de combustion funcional, no pueden manifestarse nada más que en el cuerpo viviente, y cada cual en un sitio especial; hasta el dia ningun artífice ha podido suplir estas condiciones especiales de la actividad de los gérmenes ocupando su puesto en el edificio del cuerpo viviente.

Si nos apoyáramos sobre las diferencias profundas que acabamos de indicar, para asignar á la combustion y á la regeneracion orgánicas un papel vital independiente en la economía, nos engañaríamos grandemente, porque los dos órdenes de fenómenos son solidarios de tal manera en el acto de la nutricion, que no son por decirlo así, distintos sino en el ánimo; en la

naturaleza son inseparables. Todo sér viviente, animal ó vegetal, no puede manifestar sus funciones sino por el ejercicio simultáneo de la combustion vital y de la síntesis orgánica. En este terreno es en el que deberán reunirse y conciliarse las escuelas químicas y anatómicas, porque la solución del problema fisiológico de la vida exige el concurso de ambas (1).

(1) Véase Cl. Bernard, *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*. Paris, 1878.

IV.

Hemos perseguido el fenómeno característico de la vida, la nutrición, hasta en sus manifestaciones más íntimas; veamos qué conclusiones puede suministrarnos este estudio relativamente á la solución del problema tantas veces planteado de la *definición de la vida*.

Si quisiéramos expresar que todas las funciones vitales son la consecuencia necesaria de una combustión orgánica, repetiríamos lo que ya hemos anunciado, *la vida es la muerte*, la destrucción de los tejidos, ó diríamos con Buffon: «la vida es un minotauro, devora el organismo.»

Si, por el contrario, quisiéramos insistir acerca de esta segunda fase del fenómeno de la nutrición, es decir, que la vi-

da no se sostiene sino á condicion de una constante regeneracion de los tejidos, miraríamos la vida como una *creacion* ejecutada por medio de un acto plástico y regenerador opuesto á las manifestaciones vitales.

Por último, si tratáramos de comprender las dos fases del fenómeno, la organizacion y la desorganizacion, nos aproximariamos á la definicion de la vida dada por Blainville: «La vida es un doble movimiento interno de descomposicion, á la vez general y continuo.»

Mas recientemente Herbert-Spencer ha propuesto la siguiente definicion: «La vida es la combinacion definida de cambios heterogéneos á la vez simultáneos y sucesivos.» Bajo esta definicion abstracta, el filósofo inglés quiere sobre todo indicar la idea de evolucion y de sucesion que se observa en los fenómenos vitales.

Estas definiciones, por incompletas que sean, tienen por lo ménos el mérito de expresar un aspecto de la vida. No son puramente palabras como la de la *Enciclopedia*: «La vida es lo contrario de la muerte,» ó la de P. A. Béclard: «La vida es la

organizacion en accion,» ó la de Dugés: «La vida es la actividad especial de los séres organizados,» lo que se reduce á decir, la vida es la vida.

Kant definió la vida: «un principio interior de accion.»

Esta definicion que recuerda la idea de Hipócrates (1), fué adoptada por Tiedemann y por otros fisiólogos. No hay en realidad más principio interior de actividad en la materia viviente que en la bruta. Los fenómenos que pasan en los minerales están ciertamente bajo la dependencia de las condiciones atmosféricas exteriores; pero hay la misma actividad en las plantas y en los animales de sangre fria. Si el hombre y los animales de sangre caliente parecen libres, independientes en sus manifestaciones vitales, consiste en que su cuerpo presenta un mecanismo más perfecto que les permite producir calor, en tal cantidad, que no tienen necesidad de tomarle prestado al medio ambiente. En una palabra, la espontanei-

(1) Hipócrates. *Œuvres complètes*. Trad. Littré. Paris, 1840.

dad de la materia viviente no es nada más que una falsa apariencia. Hay constantemente principios exteriores, estimulantes extraños que vienen á provocar la manifestacion de las propiedades de una materia siempre inerte por sí misma.

Nos reduciremos aquí á estas citas, que podríamos multiplicar al infinito sin encontrar una sola definicion completamente satisfactoria de la vida. ¿Por qué esto? Es porque con respecto á la vida es necesario distinguir el nombre de la cosa misma. Pascal, que conoció tan bien todas las debilidades y todas las ilusiones del espíritu humano, hace notar que en realidad las verdaderas definiciones no son sino reacciones de nuestro espíritu; es decir, *definiciones de palabras* ó de convenciones para abreviar los discursos; pero reconoce las palabras primitivas que se comprenden sin que haya necesidad de definir las.

Pues bien, *la vida* está en este caso. Todo el mundo se entiende cuando habla de la vida ó de la muerte. Sería por otra parte imposible separar estos dos términos ó estas dos ideas correlativas, porque

lo que vive morirá, y lo que está muerto es que ha vivido. Cuando se trata de un fenómeno de la vida, como de cualquier otro fenómeno de la naturaleza, la primera condicion es conocerle; la definicion no puede darse sino à *posteriori*, como conclusion resumida de un estudio previo; pero esto no es ya una definicion propiamente hablando; esto es un punto de vista, una concepcion. Se trata, por lo tanto, para nosotros de saber qué concepcion debemos formarnos de los fenómenos de la vida hoy en dia en el estado actual de nuestros conocimientos fisiológicos.

Esta concepcion ha variado necesariamente con las épocas y segun los progresos de la ciencia.

Al principio de este siglo, un fisiólogo frances, Le Gallois, publicaba un volúmen de experimentos: *Sur le principe de la vie et sur le siège de ce principe*. No se busque, sin embargo, el asiento de la vida; se sabe que reside en todas partes, en todas las moléculas de la materia organizada. Las propiedades vitales están en realidad en las células vivientes, todo lo

demas no es más que colocacion y mecanismo. Las manifestaciones tan variadas de la vida son expresiones mil y mil veces combinadas y diversificadas de las propiedades orgánicas elementales é invariables. Importa, por lo tanto, ménos conocer la inmensa variedad de las manifestaciones vitales que la naturaleza aparece no agotar nunca, que el determinar con rigor las propiedades de los tejidos que les dan nacimiento. Por esta razon, todos los esfuerzos de la ciencia en la actualidad se dirigen hácia el estudio histológico de esos infinitamente pequeños que contienen el verdadero secreto de la vida.

Por léjos que vayamos en el dia en la intimidad de los fenómenos propios á los séres vivientes, la cuestion que se presenta á nuestros ojos es la misma. Esta es la cuestion planteada desde la antigüedad en el mismo nacimiento de la ciencia: ¿la vida se debe á una potencia, ó no es nada más que una modalidad de las fuerzas generales de la naturaleza? En otros términos: ¿existe en los séres vivientes una fuerza especial que sea distinta de las fuerzas físicas, químicas ó mecánicas?

Los vitalistas se han visto siempre detenidos en la imposibilidad de explicar física ó mecánicamente todos los fenómenos de la vida; sus adversarios, en cambio, han respondido siempre reduciendo un gran número de manifestaciones vitales á explicaciones fisico-químicas bien demostradas. Es necesario confesar que estos últimos han ido ganando terreno constantemente, y que en nuestra época, sobre todo, ganan cada dia más y más. ¿Llegarán de esta manera á reducir todo á sus teorías y no quedará, á pesar de sus esfuerzos, un *quid proprium* de la vida que será irreducible? Este es el punto que se trata de examinar. Analizando con cuidado todos los fenómenos vitales, cuya explicacion pertenece á las fuerzas físicas y químicas, rechazaremos al vitalismo á un dominio más circunscrito, y por ende fácil de determinar.

De los dos órdenes de fenómenos nutritivos que constituyen esencialmente la vida, y que son el origen de todas sus manifestaciones sin excepcion, hay uno, el de la destruccion ó desasimilacion orgánicas, que entra por completo y desde luégo en

las acciones químicas; estas descomposiciones no tienen nada más misterioso que las que nos ofrecen los cuerpos inorgánicos.

En cuanto á los fenómenos de génesis organizadora y de generacion nutritiva, parecen á primera vista de una naturaleza vital especial en un todo, irreducibles á las acciones químicas generales; pero no es nada más que la apariencia, y para darse cuenta es necesario considerar estos fenómenos bajo el doble aspecto que presentan de una síntesis química y de una evolucion orgánica que se efectúa. En efecto, la génesis vital comprende los fenómenos de síntesis química arreglados, desarrollados segun un orden particular que constituye su evolucion. Importa separar los fenómenos químicos en sí mismos de su evolucion, porque son dos cosas enteramente distintas.

Como acciones sintéticas, claro es que estos fenómenos no revelan sino fuerzas químicas generales; examinándolos uno á uno, se demuestra claramente. Las materias calcáreas que se encuentran en las conchas de los moluscos, en los huevos

de los pájaros, en los huesos de los mamíferos, están formados con seguridad según las leyes de la química ordinaria durante la evolución del embrión. Las materias grasas y oleosas están en el mismo caso, y ya la química ha llegado á reproducir en los laboratorios gran número de principios inmediatos y de aceites esenciales, que naturalmente pertenecen al reino animal ó vegetal. De la misma manera, las materias amiláceas, que se desarrollan en los animales y que se producen por la unión del carbono con el agua en las hojas verdes de las plantas bajo la influencia del sol, son fenómenos químicos muy bien caracterizados. Si para las materias azoadas ó albuminoides los procedimientos de síntesis son mucho más oscuros, consiste en que la química orgánica está poco adelantada todavía; pero es bien cierto que estas sustancias se forman por procedimientos químicos en los organismos de los seres vivientes. En verdad se puede decir que los agentes de las síntesis orgánicas, gérmenes y células, constituyen agentes muy especiales. Podría decirse para los fenómenos de

desorganizacion que los fermentos son tambien agentes particulares á los séres vivientes.

Creo, en mi opinion, que esta es una ley general y que los fenómenos químicos en el organismo se ejecutan por agentes ó procedimientos especiales; pero esto en nada cambia la naturaleza puramente química de los fenómenos que se efectúan y de los productos consecutivos.

Despues de haber examinado la síntesis química llegamos á la evolucion orgánica.

Los agentes de los fenómenos químicos en los cuerpos vivientes, no se limitan á producir síntesis químicas de materias en extremo variadas, sino que las organizan y las apropian á la edificacion morfológica del nuevo sér. Entre estos agentes de la química viviente, el más poderoso y el más maravilloso sin duda es el huevo, la célula primordial que contiene el germen, principio organizador de todo el cuerpo. No asistimos nosotros á la creacion del huevo *ex nihilo*, viene de los padres, y el origen de su virtualidad evolutiva nos está oculta; pero cada dia

la ciencia penetra más allá en este misterio. Por el germen, y en virtud de esta especie de potencia evolutiva que posee, se establece la perpetuidad de las especies y la descendencia de los seres; por él comprendemos las relaciones necesarias que existen entre los fenómenos de la nutrición y los del desarrollo. Nos explica la duración limitada de la vida, porque la muerte debe llegar cuando la nutrición se detenga, no porque los alimentos falten, sino porque el encadenamiento evolutivo del ser ha llegado á su término, y porque la impulsión celular organizadora ha agotado su virtud.

El germen preside además á la organización del ser formándose, con la ayuda de los materiales ambientes, la sustancia viviente, y dándole los caracteres de inestabilidad química que se convierten en la causa de los movimientos vitales incesantes que pasan en ella. Las células, gérmenes secundarios, presiden de la misma manera á la organización celular nutritiva. Es bien evidente que son estas acciones químicas; pero no es ménos claro que estas acciones químicas en virtud de las

que el organismo se aumenta y se edifica, se encadenan y se suceden frente á este resultado, que es la organizacion y el crecimiento del individuo animal ó vegetal. Hay como un dibujo vital que traza el plano de cada sér y de cada órgano, de tal manera, que si se considera aisladamente, parece cada fenómeno del organismo como tributario de las fuerzas generales de la naturaleza; tomado en su sucesion y en su conjunto, parecen revelar un lazo especial, parecen dirigidos por una condicion invisible en el camino que siguen, en el órden que los encadena. De esta manera, las acciones químicas sintéticas de la organizacion y de la nutricion se manifiestan como si estuvieran dominadas por una fuerza impulsiva, gobernando la materia, haciendo una química apropiada á un objeto y colocando en presencia los reactivos ciegos de los laboratorios, como el químico. Esta potencia de evolucion inmanente al óvulo, que debe reproducir un sér viviente abraza al par, como lo hemos dicho anteriormente, los fenómenos de generacion y nutricion; unos y otros tienen, por lo

tanto, un carácter evolutivo que es á la vez la esencia y el fondo.

Esta potencia ó propiedad evolutiva, es la que nos reduciremos á enunciar aquí, como la única que constituiría el *quid proprium* de la vida, porque es claro que esta propiedad evolutiva del huevo, que produciría un mamífero, un pájaro ó un pescado, no es ni de la física ni de la química. Las concepciones vitalistas no pueden en el día trazar planes en el conjunto de la fisiología. La fuerza evolutiva del huevo y de las células es el último baluarte de las doctrinas vitalistas; pero refugiándose, es fácil de ver que el vitalismo se transforma en una concepcion metafísica, y rompe el último lazo que le une al mundo físico, á la ciencia fisiológica.

Diciendo que la vida es la idea directora ó la *fuerza evolutiva del sér*, expresamos pura y simplemente la idea de una unidad en la sucesion de todos los cambios morfológicos y químicos que se cumplen en el organismo por el germen, desde el origen hasta el fin de la vida. Nuestro espíritu toma esta unidad como una concepcion que se le impone, y la explica

por una fuerza; pero el error sería creer que esta fuerza metafísica es activa á la manera de las fuerzas físicas. Esta concepcion no sale del dominio intelectual para venir á reaccionar sobre los fenómenos, para la explicacion de los que la ha creado el espíritu; aunque emanada del mundo físico, no tiene efecto retroactivo sobre él.

En una palabra, la fuerza metafísica evolutiva por medio de la que podemos caracterizar la vida es inútil á la ciencia, porque estando fuera de las fuerzas físicas no puede ejercer su influencia sobre ellas. Es necesario, por lo tanto, separar el mundo metafísico del mundo físico fenomenal que le sirve de base, pero que no tiene nada que prestarle. Leibnitz ha expresado esta delimitacion en las palabras que recordamos al principio de este estudio; la ciencia actual lo ha consagrado.

Resumiendo: si podemos definir la vida por medio de una concepcion metafísica especial, no es ménos verdad que las fuerzas mecánicas, físicas y químicas son los únicos agentes efectivos del organismo

viviente, y que el fisiólogo no debe ocuparse sino de su acción.

Digamos con Descartes: *se piensa metafísicamente, pero se obra y se vive físicamente.*

15 de Mayo, 1875.

EL CALOR ANIMAL

He tratado de comprobar los experimentos múltiples hechos acerca de este punto de fisiología, y voy á exponer el resultado de mis investigaciones (1).

En la cuestion del calor animal hay dos problemas distintos. No me ocuparé sino de uno sólo, el de la *topografía calorífica*.

Sucesivamente se ha creído que el calor animal residía en el pulmon, en los capilares, en el tejido muscular, etc.

En mi opinion no existe un foco único: el calor se forma por todas partes, pero hay puntos donde es más elevado, á pesar de estar regulado por las leyes definidas.

(1) Véase Cl. Bernard, *Leçons sur la chaleur animale sur les effets de la chaleur et sur la fièvre*.—Paris, 1876.

El primer punto que se ha discutido es saber si la sangre arterial es más caliente que la sangre venosa, si la sangre del corazón derecho es más caliente que la sangre del corazón izquierdo. La teoría de Lavoisier vino á prestar un sólido apoyo á la opinion que defendía la temperatura más elevada en la sangre arterial. Mis investigaciones combaten en absoluto esta teoría y los errores de interpretacion dependen de vicios de experimentacion.

Los métodos y los procedimientos han variado mucho. Hé aquí el que yo he adoptado.

Tomo dos agujas galvano-eléctricas, construidas de una manera especial, é introducidas en una sonda de goma análoga á la sonda uretral. Esta sonda está destinada á impedir el contacto del líquido sanguíneo con la aguja. Observaciones repetidas y comparadas permiten afirmar que esta cubierta protectora no quita nada á la exactitud de este aparato termométrico. Se concreta exclusivamente á medir $\frac{1}{50}$ de grado.

Cojo un perro, descubro las arterias y las venas crurales é introduzco en las dos

mi sonda-aguja. Quedando á la entrada la sonda, he observado siempre el resultado siguiente: la temperatura de la sangre arterial es más elevada que la de la sangre venosa. Aun cuando profundice la sonda hasta el cayado de la aorta, la temperatura permanece invariable.

Si, por el contrario, se hace subir la sonda por el conducto venoso, la temperatura varía; á la entrada de la vena es inferior á la de la sangre arterial; aumenta progresivamente para llegar á ser igual al nivel de las venas renales y llegar á su máximun al nivel del diafragma, en el punto en que las venas suprahepáticas se abocan en la vena cava; un poco más arriba disminuye un poco, pero siempre siendo más elevado que la de la sangre arterial.

Esta diferencia entre las dos temperaturas es fundamental, y si no se observa en los vasos de los miembros es porque la sangre sufre en la periferia pérdidas múltiples que la hacen perder su potencia calorífica.

Con motivo de estos experimentos he observado un hecho interesante.

Había conservado un perro en el que había practicado estas investigaciones; al día siguiente el perro era presa de una fiebre de las más intensas. Tuve la idea de investigar si era la misma la relacion en este estado; en efecto, así era, pero con diferencias mucho más pronunciadas.

Entónces le hice tomar una fuerte dósís de opio y la temperatura no bajó nada. Sin embargo, en estado normal el opio disminuye de una manera considerable el calor.

Heidenhain había observado que una excitacion nerviosa hace descender la temperatura; si el animal estaba febricitante, la misma excitacion no producía modificacion alguna. Estos hechos pueden unirse á mis experimentos con el opio.

De estas investigaciones puede deducirse la siguiente idea clínica: la fiebre es un fenómeno puramente nervioso producido por modificaciones, desórdenes, que ocurren por parte del sistema nervioso. Apoyado en investigaciones numerosas, creo que existen nervios vaso-motores de dos órdenes, dilatadores y constrictores. La fiebre no es nada más que el resultado

de modificaciones profundas por parte de este sistema, resultado que tiene por efecto principal la elevacion de la temperatura.

(Asociacion francesa para el progreso de las ciencias.
Sesion de Nantes, 20 de Agosto de 1875.)

LA SENSIBILIDAD

EN EL

REINO ANIMAL Y EN EL REINO VEGETAL.

Mi objeto es demostrar que las plantas poseen, como los animales, casi en el grado y la forma, la sensibilidad, este atributo esencial de la vida.

Reuniendo la sensibilidad consciente, la sensibilidad inconsciente y la irritabilidad, creo establecer, apoyándome en mis nuevos experimentos, que estas tres son expresiones graduadas de una sola y única propiedad, *la sensibilidad*; la posesion de esta facultad comun demuestra la unidad funcional de los séres vivientes, desde la planta más pequeña hasta el animal más elevado en organizacion (1).

(1) Véase Cl. Bernard, *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*. Paris, 1878.

Los filósofos no conocen y no admiten en general sino la sensibilidad consciente, la que atestigua el yo. Y la sensibilidad es para ellos la modificación psíquica, placer ó dolor determinado por las modificaciones externas. Una definición de este género no puede aplicarse sino única y exclusivamente al hombre, puesto que ha de intervenir la conciencia; el fenómeno que caracteriza está sin análogo, sin par, y áun pudiera decirse sin significacion, desde que nos separamos del sujeto pensante.

Los fisiólogos se colocan necesariamente en otro punto de vista. No les basta definir, deben estudiar el fenómeno bajo todas las formas que reviste. Observan que desde el momento en que un agente modificador viene á obrar sobre el hombre, no provoca únicamente placer ó dolor, que no afecta exclusivamente al alma; afecta al cuerpo, determina otras reacciones que las reacciones psíquicas, y estas reacciones automáticas, léjos de ser la parte accesoria del fenómeno, son, por el contrario, el elemento esencial persistente, sobreviviendo á las demas reacciones



en el hombre mismo, únicas apreciables en los demas animales.

Designa, pues, el nombre de *sensibilidad* á la vista del fisiólogo, el conjunto de modificaciones de todas clases, determinadas en el sér viviente por los estimulantes, ó mejor la aptitud á responder por estas modificaciones á la provocacion de los estimulantes.

Cuando el ojo, el oido ó las papilas de la piel sufren la accion de los agentes físicos, vibracion luminosa, vibracion sonora, vibracion calorífica ó contacto, la modificacion fisiológica que sufren es lo que debe llamarse por el fisiólogo *sensibilidad*. La sensacion no es nada más que un elemento de este complexus, que puede faltar subsistiendo los otros.

El músico que descifra maquinalmente un trozo de música, arrastrado en una distraccion que vela su conciencia, recibe la impresion luminosa y reacciona de la misma manera al fenómeno físico, cual si su atencion estuviera despierta.

Sucede igual fenómeno cuando los alimentos, penetrando en el estómago, van á irritar la membrana mucosa que le ta-

piza; el observador cuya mirada pudiera penetrar hasta este órgano, vería, como lo ha visto el Dr. M. Beaumont sobre un canadiense, cuyo estómago quedó abierto á consecuencia de una herida de arma de fuego, vería, decimos, bajo la accion de los alimentos ó de cualquiera otra sustancia introducida en su cavidad, enrojecerse la mucosa, ponerse tumefacta y cubrirse de una secrecion particular. Hé aquí una reaccion notabilísima y evidente, de la que no tiene conciencia el yo.

Se observa lo mismo en el corazon que reacciona sobre sus estimulantes, sin que seamos directamente prevenidos (1).

Igualmente pasa con todos los movimientos orgánicos sustraídos á nuestra conciencia y nuestra voluntad.

En todos estos ejemplos la naturaleza de las reacciones vitales es variable; la propiedad de reaccionar es comun. Fuera del sistema nervioso, la propiedad de reaccionar, idéntica en el fondo, pertenece á todos los tejidos, á todos los elementos anatómicos del organismo. Los fisiólogos,

(1) Véase *El Corazon*.

desde Haller y Glisson, han designado por el nombre de *irritabilidad* este privilegio comun de los tejidos animales. Con frecuencia han oscurecido la nocion de la irritabilidad multitud de ideas confusas, hasta el dia en que Bichat la presentó bajo un nuevo aspecto.

Bichat distinguía tres expresiones de la sensibilidad.

1.º La *sensibilidad consciente* que preside á la vida de relacion ó á los movimientos exteriores.

2.º La *sensibilidad inconsciente* que se traduce por los movimientos internos.

3.º La *sensibilidad insensible*, es decir, inapreciable á la vista, porque se manifiesta además que por movimientos, por ejemplo, por acciones nutritivas ó tróficas.

En mi opinion, colocándome en el punto de vista de los organismos vivientes, tal y como lo he expuesto en otra parte, considero la sensibilidad como una de las propiedades fundamentales de todos los elementos orgánicos, de toda célula viviente. Cuando la sensibilidad se traduce en un elemento aislado, no la conocemos

aparato nervioso especial; cuando es la expresion más complexa de la sensibilidad de los diversos elementos, tejidos ú órganos que armoniza, toma aparatos nerviosos más ó ménos complicados segun la naturaleza de los fenómenos que ellos expresan. Por último, cuando la sensibilidad se nos aparece como una reaccion del organismo entero, representa el consensus vital más elevado, y en este caso únicamente aparece consciente en el hombre y en los organismos superiores.

Si consideramos las cosas objetivamente, se encuentra en todos los grados y todas las formas desde la sensibilidad consciente, hasta la oscura reaccion del tejido, el hecho conciencia, que viene á complicar el complexus sensibilidad, que depende de la circunstancia que la irritacion ha llevado sobre una parte en relacion con el cerebro, asiento del sensorio comun. En una palabra, la sensibilidad es la propiedad de reaccionar de una manera apreciable más ó ménos visible, bajo la influencia de una solicitud exterior.

Tomada en este sentido general, la sensibilidad se confunde con la irritabilidad.

La sensibilidad propiamente dicha y la irritabilidad particular del tejido ó del elemento nervioso, como la irritabilidad de un tejido cualquiera, puede llamarse la *sensibilidad particular de este elemento ó de este tejido*.

Todas estas formas de la sensibilidad se confunden y son idénticas. Se demuestra la comunidad de esencia y la identidad fundamental, por la comunidad de los anestésicos y la identidad de circunstancias que la hacen desaparecer ó abolir.

De esta manera aparecerá la sensibilidad como la propiedad más característica y más general de la vida. Todo lo que vive siente, y puede anesthesiarse; todo lo que no siente ni vive, no puede anesthesiarse, diremos nosotros (1).

La sensibilidad ó irritabilidad, consideradas de esta manera como atributo universal de la vida, debe pertenecer desde luégo tanto á los vegetales como á los animales, sin que nuestra fórmula sea inexacta ni nuestra generalizacion ilegítima.

(1) Véase Cl. Bernard, *Leçons sur les anesthésiques et sur l'asphixie*. 1875, Paris.

Y en efecto, los vegetales poseen la sensibilidad en el mismo grado y con las mismas condiciones que todos los seres animados. El diagnóstico exclusivo de Linneo, *vegetabilia crescunt et vivunt; animalia crescunt vivunt et sentiunt*, no es exacto sino atendiendo á las apariencias y como á la corteza de las cosas.

Se sabe desde hace tiempo que ciertas plantas reaccionan cuando se las toca; así la sensitiva cierra sus pétalos al contacto de las manos que la quieren coger.

Pero estos fenómenos se miraban como excepcionales de todo punto y su realidad no era ni casi absolutamente demostrada.

La generalización que he presentado ha tomado un carácter del todo nuevo, porque se conoce verdaderamente un reactivo de la vida y de la sensibilidad que permite reconocer su existencia con certeza, allí donde exista.

Este reactivo es el agente anestésico; sea el éter, sea el cloroformo.

Todos conocemos el uso del éter ó del cloroformo para suspender momentáneamente la sensibilidad consciente, y cada uno sabe que el objeto perseguido es pre-

cisamente la supresion del dolor que acompaña á la sensibilidad consciente durante las operaciones quirúrgicas.

Se hace respirar los vapores del éter ó del cloroformo, que llegan á los pulmones á traves de las paredes de las vexículas pulmonares; penetran entónces en la sangre que los conduce á ponerse en contacto de los elementos nerviosos encefálicos; entónces el yo se duerme y con él la sensibilidad consciente.

No se lleva la accion más allá porque no hace falta ni tiene ninguna utilidad en los enfermos que se operan. Pero si eterizamos animales, como ranas, continuando indefinidamente la introduccion de los vapores del éter, vemos sucesivamente apagarse despues de la sensibilidad consciente todas las manifestaciones de la sensibilidad inconsciente en el intestino y las glándulas, y acabaremos por detener la irritabilidad muscular y las agitaciones tan vivaces de las pestañas vibrátiles implantadas en gran número, como los pelos de un cepillo, en ciertas membranas mucosas, por ejemplo, la que tapiza las vías respiratorias.

No ejercen, pues, el éter y el cloroformo únicamente su acción sobre los órganos nerviosos: cuando se dejan completar sus efectos, obran de la misma manera suprimiendo la propiedad de reaccionar de todos los tejidos, cualquiera que sea la naturaleza y forma. No hay más diferencia que la misma que separa la intensidad de estas diversas reacciones ó el grado de su rapidez.

Estas son también las diferencias del mismo género que separan las plantas de los animales; es decir, la simple diferencia de grado; el éter, como el cloroformo, ejerce sobre ellas una acción idéntica que la que acabamos de ver en los animales. Someted á los vapores de éter ó de cloroformo las hojas de la sensitiva, y vereis tocar á estas hojas sin que se plieguen y reaccionen como de ordinario; no sienten el contacto de las manos.

Probado ya este primer hecho, me conduce á creer que podría reproducirse sobre los demás órganos, y á propósito de las demás funciones de las plantas, como se había extendido en los animales la anestesia del cerebro, que es el asiento de

la sensibilidad consciente, á todos los demas tejidos donde reside la sensibilidad inconsciente y la irritabilidad.

Tomad un grano de germinacion muy rápida, como el de ciertos berros, y colocadlo sobre una esponja empapada en agua; á la mañana siguiente habrá germinado y echado un vástago y una raicilla. Repetid el experimento bajo una campana, á la que lleguen los vapores del éter, y el grano quedará inerte áun cuando tenga á su disposicion oxígeno, agua, luz y calor; no siente los excitantes que le rodean.

No creais, sin embargo, que esté muerto ó herido en algun órgano esencial; duerme sencillamente, como podreis convenceros fácilmente.

Levantad la campana, se disiparán los vapores del éter, el grano despertará, y al dia siguiente entrará en germinacion (1).

Igual observacion se reproducirá en un

(1) Véase *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*; Paris, 1878, página 73.

huevo de pollo, que nunca incubará eficazmente en una atmósfera de éter.

Pasemos todavía á otro fenómeno de la vida de las plantas, lo que todavía se llama impropriamente su *respiracion*; quiero hablar de la funcion, por medio de la que la planta absorbe el ácido carbónico y exhala en el aire el oxígeno.

Todo el mundo sabe que este fenómeno que asienta en las partes verdes exige la accion de la luz; se produce lo mismo, si no es mejor, en las hojas de las plantas acuáticas sumergidas bajo el agua, que en las hojas de las plantas aéreas.

Pues bien; tomad una planta acuática y colocadla en un vaso de cuello largo, que habreis llenado préviamente de agua, que contenga éter ó cloroformo disueltos. Este es un experimento que cada cual puede repetir fácilmente sin necesidad de aparatos especiales; basta agitar en una garrafa una mezcla de agua y de cloroformo ó éter, despues separar por una sencilla decantacion la materia en exceso que sobrenada en el agua si es el éter, que se acumula en el fondo si es el cloroformo.

Colocando en seguida una campana cu-

briendo á la planta sumergida en el agua anestésica, será fácil probar por los medios ordinarios que no absorbe ácido carbónico ni exhala oxígeno. Pues sin embargo, queda perfectamente verde y no parece sufrir.

Por el contrario, en este caso respira como los animales, es decir, absorbiendo oxígeno y exhalando ácido carbónico. Esta es, en este caso, una verdadera respiración marcada por el fenómeno predominante de la asimilación del carbono y la exhalación del oxígeno.

Quereis despertar vuestra planta para convenceros que vive todavía: colocadla en agua pura, que no contenga éter, y volverá á asimilarse el ácido carbónico y á desprender oxígeno bajo la influencia de los rayos solares.

Se puede aún ir más allá y atacar uno de los fenómenos más íntimos de la vida vegetal, las *fermentaciones*.

La fermentación alcohólica del zumo de la uva ó del mosto de la cerveza ofrecen ejemplos bien conocidos. Estas fermentaciones están producidas por una especie de pequeño hongo microscópico, la

levadura del vino ó la levadura de la cerveza. Este hongo descompone la materia azucarada para nutrirse; la desdobra en alcohol, que queda en el licor y en ácido carbónico, que gracias á su estado gaseoso, se escapa á la atmósfera.

Pues bien, colocad la levadura de cerveza con una materia azucarada en un aparato convenientemente preparado que contenga agua con éter como anteriormente, y la materia azucarada no fermentará. Duerme el hongo y no siente á la azúcar que debe nutrirlo. Cuando esteis convencidos retirad esta levadura, ponedla en un filtro y lavadla con agua comun, y volvedla á colocar en seguida en otra agua sin éter, y en seguida empezará la fermentacion.

Pero si examinais la materia azucarada que quedó en el agua con la levadura de cerveza, presenciareis un fenómeno singular. Habeis puesto azúcar de caña y retirais azúcar de uva, que posee sin duda la misma composicion en peso, pero con distinta agrupacion molecular.

Esta transformacion, bien conocida, se produce por un fermento inversivo no or-

ganizado, que acompaña en la levadura de cerveza al fermento-hongo organizado, del que veníamos hablando hasta aquí. En efecto, este fermento-hongo no es capaz de asimilarse el azúcar de caña en naturaleza; es necesario que esta azúcar se transforme en azúcar de uva, exactamente lo mismo que pasa en nuestros intestinos. El fermento-hongo lleva, pues, á su lado en la misma levadura una especie de criado, dado por la naturaleza para operar esta digestion en provecho del parásito, y este es el fermento inorgánico inversivo. Este fermento es soluble, y como no está organizado no tiene sensibilidad, y por esta razón no se duerme bajo la acción del éter, y continúa llenando su papel sin apercibirse ó saber que el sueño de su señor hace, por el momento, inútil su trabajo.

Visto que los animales y las plantas poseen una misma sensibilidad revelada por la acción de los anestésicos, es necesario que resida esta sensibilidad en alguna cosa material, en alguna sustancia que se encuentre en todos los seres.

Para señalar este asiento de la sensibi-

lidad, es preciso saber de antemano que todos los tejidos orgánicos, animales ó vegetales, están uniformemente compuestos de células microscópicas infinitamente pequeñas, que son las que constituyen el verdadero asiento de la vida y sus fenómenos vitales elementales.

En estas células es donde residen en realidad todas las propiedades que se manifiestan en seguida en los tejidos orgánicos, simples aglomeraciones de estos individuos celulares.

En las células está el asiento de la sensibilidad. En ellas se encuentra una materia proteica, el *protoplasma*, que un naturalista inglés, Th. Huxley, ha llamado con razon la *base física de la vida* (1). Esta materia se encuentra en todas partes, elemento celular en los séres complexos, formando el sér todo entero por sí solo, cuando el sér se halla reducido al último grado de sencillez. Se encuentran séres protoplasmáticos hasta en el fondo de los mares, séres notables, de los que no se

(1) Huxley. *Les sciences naturelles et les problêmes qu'elles font surgir*. Paris, 1877, pág. 167.

puede decir si son animales ó vegetales, porque no tienen ninguna forma determinada y pueden tomarlas todas sucesivamente. Huxley ha encontrado á mil metros por debajo de la superficie del Océano, un tipo muy curioso, que llamó *Bathybius Hæckelii*, y Hæckel mismo ha hecho de estos extraños séres un reino nuevo, el de los *protistas*.

Este protoplasma, que constituye por sí solo algunos protistas, se encuentra en todas las células animales y vegetales; bajo la influencia del éter la célula pierde su transparencia, adquiere una ligera opacidad como el vapor de agua que se deposita sobre un globo de cristal; luégo, cuando la acción del éter ha pasado, el protoplasma, sin duda, se vuelve flúido, y casi como el vapor de agua depositado en el globo de cristal en el estado vesicular, le deja de nuevo transparente evaporándose.

La sensibilidad reaparece entónces. Se puede, por lo tanto, creer que es en esta sustancia protoplasmática en la que reside la irritabilidad ó la sensibilidad inicial del sér. Si la unidad del protoplasma establece la unidad fisiológica de los dos

reinos orgánicos, dándolos á ambos un *substractum* de la sensibilidad, esto no impide que cada uno reaccione segun su propia naturaleza, y es bien claro y evidente que el vegetal fijo en el suelo y desprovisto de fibras motoras, no pueda reaccionar, huyendo como la mayoría de los animales.

De aquí las diferencias que separan los séres tan variados de la naturaleza.

Pero estas diferencias no son incompatibles con la unidad que se nota en los fenómenos fundamentales de la vida, entre los que debe la sensibilidad ocupar el primer rango.

Así la sensibilidad es en alguna manera el punto de partida de la vida; es el gran fenómeno inicial del que todos derivan, así en el orden fisiológico como en el orden intelectual y moral.

(Asociacion francesa para el adelantamiento de las ciencias. Sesion de Clermont Ferrand. 1876.)



ESTUDIOS FISIOLÓGICOS

SOBRE ALGUNOS VENENOS AMERICANOS.

EL CURARE.

I.

Pueden emplearse los venenos como agentes de destruccion de la vida ó como medio de curacion de las enfermedades; pero además de estos dos usos, para todos conocidos, existe un tercero, que interesa particularmente al fisiólogo. Para él, el veneno es un instrumento que disocia y analiza los fenómenos más delicados de la máquina viviente; y estudiando con atencion el mecanismo de la muerte en los diversos envenenamientos, se instruye por vía indirecta acerca del meca-

nismo fisiológico de la vida. De esta manera he considerado, desde hace mucho tiempo, la acción de las sustancias tóxicas (1), y según la que quisiera considerar los efectos singulares producidos por algunos venenos americanos poco conocidos todavía.

Empezaré estos estudios fisiológicos por la historia del *curare*, el primero de los venenos que me ha sido dado someter á investigaciones experimentales.

El *curare* (2) es una sustancia de la que se sirven ciertos pueblos salvajes de la América del Sur para envenenar sus flechas, de donde toma el nombre de *veneno de las flechas*. Sin embargo, comprendiendo la denominación del veneno de las flechas otros agentes venenosos muy diversos, conservaremos el nombre de *curare*, generalmente admitido en Europa para designar un veneno americano que

(1) Véanse mis *Leçons sur les effets des substances toxiques et médicamenteuses*. Paris, 1865.

(2) Llamado todavía *woorara*, *voorara*, *worari*, *wourari*, *wouraru*, *wurali*, *urari*, *ourari*, *ourary*, ó sencillamente, *veneno*.

se describe en los relatos de los viajeros, y que se caracteriza por sus efectos fisiológicos, como veremos más adelante.

Se conoce el curare desde el descubrimiento de la Guyana por Walter Raleigh en 1595. Raleigh fué el primero que le importó á Europa sobre flechas envenenadas bajo el nombre de *curari*.

Muchos viajeros han sembrado la historia del curare de multitud de hechos más ó ménos fabulosos, que debemos pasar en silencio, para detenernos en las reseñas que tienen un carácter científico.

En un viaje hecho á la América desde 1799 á 1804, M. Humboldt pudo asistir á la fabricacion del curare. Es una especie de fiesta comparable á la de las *vendimias*, la *fiesta de las juvias*. Los salvajes van á buscar en los bosques las lianas del veneno (*juvias*), despues de lo que se festejan y se embriagan con grandes cantidades de bebidas fermentadas que las mujeres preparan en su ausencia. «Durante dos dias, dice Humboldt, no se encuentran sino hombres embriagados...» Cuando todo duerme el sueño de la embriaguez, el señor del curare, que es al propio tiem-

po el sacerdote y el médico de la tribu, se retira solo, machaca las lianas, cuece el jugo y prepara el veneno. Según lo que ha visto, M. Humboldt admite que la composición del curare es exclusivamente vegetal y que la propiedad venenosa que contiene se debe á una planta de la familia de los estrigneas.

Han emitido igual opinion MM. Bous-singault y Roulin, que han visitado la América del Sur veinticinco años despues.

Pero M. Watterton, que recorrió en 1812 las comarcas de Démérary y de Esequibo, hace entrar en la preparacion del curare, además de sustancias vegetales, hormigas venenosas y dos especies de agujones de serpientes, machacados.

Por otra parte, M. Goudot, que ha habitado en el Brasil durante diez años, considera el jugo de liana espesado como un escipiente, en el que se introduce en seguida la ponzoña de la serpiente. A su vuelta á Francia en 1844 remitió á M. Pelouze, que me la comunicó á mí, una nota acerca de la preparacion del curare que creo útil transcribir aquí.

«Está preparado el curare por algunas

de las tribus más atrasadas que habitan los bosques que rodean el Alto Orinoco, el Rio Negro y el Amazonas, y que casi todas son antropófagas.

»La manera de preparar el curare varía en cada una de las tribus en que se fabrica, y el reputado como el más activo viene de las naciones próximas al imperio del Brasil.

»El procedimiento empleado por los indios del Mesaya, que están á veinte jornadas de la frontera de Nueva Granada, es el único casi conocido, y todavía imperfectamente, porque estos indios guardan un gran secreto y sólo sus adivinos poseen el arte de prepararlo.

»Estos hombres, que son al mismo tiempo prelados y médicos ó curanderos, emplean para la preparacion del veneno una liana llamada *curari*, y de aquí el nombre de *curare* dado al veneno. Cortada y machacada esta liana, da un jugo lechoso, abundante y muy acre. Los tronchos se ponen en maceracion en agua durante cuarenta y ocho horas; despues se exprime y se filtra cuidadosamente el líquido, que se somete á nueva evaporacion hasta

la concentracion conveniente. Entónces se reparte en pequeños cacharros de barro, que se colocan sobre cenizas calientes, y se continúa la evaporacion con mayor esmero todavía.

»Cuando ha llegado el veneno á la consistencia de extracto blando, se dejan caer algunas gotas de la ponzoña recogida en las vexículas de las serpientes más venenosas, y la operacion se concluye cuando el extracto está perfectamente seco.»

En la relacion de *Una expedicion en las partes centrales de la América del Sur*, hecha en 1843 á 1847 bajo la direccion de M. F. Castelnau, se hace tambien mencion de la composicion del curare. Los autores de esta relacion vuelven á la opinion de MM. Humboldt, Boussingault y Roulin, es decir, que el curare es un veneno vegetal; pero aseguran además que los indios no hacen ningun secreto de esta preparacion.

El último viajero, que yo conozco, que hable acerca del curare, M. Emilio Carrey, pone de acuerdo á todos. Segun su opinion, en todas las tribus el curare tiene por base un vegetal idéntico; única-

mente hay indios que preparan el curare sin misterio, empleando únicamente las plantas activas, en tanto que otros añaden sustancias más ó ménos especiales y rodean la preparacion de prácticas más ó ménos extrañas; pero los *señores del curare* de ciertas tribus sólo hacen estos misterios por supersticion ó charlatanismo, con objeto de aumentar el prestigio de su poder ú ocultar la composicion á los extranjeros.

Los indios se sirven del curare para envenenar sus flechas de caza ó de guerra.

Destinadas á ser arrojadas por un arco las flechas de caza, están provistas de un dardo móvil; las que deben ser arrojadas con una cerbatana son muy pequeñas y no son otra cosa que un simple dardo de madera y hierro muy afilado y provisto de una punta muy aguda.

Las flechas de guerra tienen un dardo fijo muy acerado, formado por huesos de animales ó por madera muy dura; algunas veces el dardo está provisto de espinas colocadas de manera que impidan su salida de la herida.

Además de estas armas preparadas, los

indios tienen su provision de curare, que guardan en pequeños cacharros de barro cocido ó en calabazas.

El veneno americano nos llega á Europa bajo tres formas. No se puede procurar el veneno sino por el intermedio de los viajeros; no existe en el comercio europeo, y los indios le hacen objeto de cambio entre sí ó entre los extranjeros. «Los indios de Mesaya, dice M. Goudot, una de las tribus más feroces, preparan el curare como objeto de comercio con los habitantes de la frontera de Nueva-Granada, que arriesgan las fiebres y los peligros de todo género, atreviéndose á penetrar hasta el fondo de las selvas que habitan los indios, á quienes llevan en cambio hachas, cuchillos, tijeras, agujas y algunas telas groseras de algodón. Estos habitantes de Nueva-Granada reciben en pago del veneno cera de abejas casi tan blanca como la de Cuba, féculas colorantes y barniz, que puede compararse al del Japon.»

El curare contenido en los pequeños cacharros de barro cocido y en las calabazas es un extracto negro de fractura brillante y que se parece mucho al aspecto

del extracto de jugo de regaliz de nuestras boticas.

El principio activo del veneno es soluble en el agua, en la sangre y en todos los humores animales; pero está mezclado con muchas impurezas que quedan en suspension en el líquido, y en las que revela el microscopio restos, en su mayoría, de vegetales. El verdadero curare parece conservar su actividad de una manera indefinida, aún en el estado de disolucion acuosa. Conservo de esta manera uno desde hace diez años, que parece no haber perdido ninguna de sus propiedades tóxicas, aún cuando se ha producido moho, en la superficie del líquido. Como el agua la sangre y los humores, el alcohol disuelve el veneno curárico; el éter y la esencia de trementina le precipitan, por el contrario. MM. Boussingault y Roulin han preparado bajo el nombre de *curarina* el principio activo del curare. Siempre que han obtenido el cuerpo no era cristalizabile y definido; la curarina es una sustancia de apariencia córnea, muy higrométrica, muy soluble en el agua y en el alcohol.

Los caracteres que acaban de indicarse, así como también su inalterabilidad con la ebullición y los agentes químicos, no excluyen ninguna sospecha acerca de la naturaleza animal ó vegetal del veneno. En efecto, ha sido un error admitido hasta aquí, que todos los agentes tóxicos animales se distinguían de los agentes vegetales por una alterabilidad mayor; la ponzaña del sapo, por ejemplo, resiste á la ebullición y se disuelve en el alcohol y el éter. Sería preciso, por lo tanto, para resolver la cuestión de la composición del curare, operar en el sitio de su preparación y allí coger el agente realmente activo y desembarazarle de los demás ingredientes inútiles. Hasta el día, los viajeros, es verdad, nos han suministrado el curare, pero acompañado de relatos y descripciones contradictorias acerca de los procedimientos de su preparación. Ninguno ha ensayado, en los sitios donde se prepara, por sí mismo para saber cuál era realmente la planta que le constituía, con objeto de caracterizarla y traerla á Europa.

El curare, como otros muchos venenos enérgicos, entrará de seguro en el domi-

nio de la terapéutica; pero sería necesario para esto conocer exactamente su composicion, y esto muy pronto; porque M. Emilio Carrey nos dice en su interesante relacion de viaje que muchos pueblos indios han renunciado el arma envenenada del hombre primitivo por el arma de fuego del hombre civilizado. Las flechas envenenadas y el curare no se encuentran hoy en dia sino en las tribus más salvajes de la América del Sur, y podría suceder muy bien que de aquí á cincuenta años el uso de este veneno y los procedimientos de su preparacion se hubiesen perdido por completo.

En cuanto á su accion sobre los séres vivientes, se ha presentado siempre el curare como un veneno violento, desde que se introduce y se pone en contacto con la sangre por medio de una herida; pero inofensivo si se traga y se deposita en las vías digestivas. Las carnes de los animales muertos por el curare son buenas para comerlas y no determinan ningun accidente.

Se ha dicho que el curare era un veneno para los animales y los vegetales; no

es cierto. Otros han admitido, creyendo los relatos, que las exhalaciones del curare son venenosas. A fines del último siglo, La Condamine cuenta que la coccion del veneno se confiaba á una vieja; si no moría se la daba de palos. M. Emilio Carrey, con su verbosidad natural, nos ha descrito prácticas análogas.

Como se ve, el ánimo se complace en rodear de lo maravilloso la historia de este veneno, cuyo origen y accion eran mal conocidos. Nuestro papel aquí será, por lo tanto, despejar los hechos de todas las interpretaciones misteriosas para admitir únicamente lo que nos pruebe el experimento directamente; pero tal vez no haya nada perdido, y que las verdades científicas, cuando podamos entreverlas, no sean ménos maravillosas que las novelescas creaciones de la imaginacion.

II.

En 1844 recibí de M. Pelouze flechas envenenadas y curare comprado por Goudot á los indios Andaquíes, en el mes de Agosto de 1842.

En 1848, un jóven brasileño que seguía mis cursos, el Dr. Edwards, me dió curare que se retiró de una calabaza, exponiéndola al calor para reblandecer y extraer el veneno que tapizaba sus paredes.

Más adelante he hecho experimentos con curare que nos fué remitido á M. Magendie y á mí por Emilio Carrey, y que procedía de orillas del Amazonas, con curare de Venezuela que me había remitido M. Rayer, y con curare de Pará, regalo de M. Boussingault.

He observado en todos estos curares de tan diversas procedencias efectos tóxicos

en un todo semejantes, salvo algunas ligerísimas diferencias en la intensidad del veneno, que serían difíciles de caracterizar.

Uno de los hechos que parece haber llamado más la atención de todos los que se han ocupado del curare es la inocuidad de este veneno en las vías digestivas. Los indios se sirven del curare como veneno bajo la piel y como medicamento ingerido en el estómago. He oído contar á M. Bous-singault que había conocido en su viaje á América un general colombiano atacado de epilepsia, que para evitar los accesos de su terrible enfermedad tomaba píldoras bastante voluminosas de curare. Los experimentos sobre animales han confirmado las observaciones hechas sobre el hombre. Se puede mezclar á los alimentos de un perro ó de un conejo, curare en cantidad mayor que la que sería necesaria para envenenarle por una herida, y esto sin detrimento del animal.

No sea crea por esto que el curare tiene una propiedad maravillosa y particular. Es una sencilla cuestión de dosis y de rapidez de absorción.

Me he asegurado por experimentos numerosos hechos en los animales, en ayunas (mamíferos y pájaros), cuando es más activa la absorcion intestinal, que el curare no puede introducirse tan impunemente en el estómago, de manera que todo ello se reduce á decir que son necesarias cantidades mucho mayores de curare para obrar por las vías digestivas que para obrar por una picadura subcutánea.

Este es un caso muy comun en diferentes grados con muchos venenos ó sustancias tóxicas y medicamentosas; la diferencia se explica fisiológicamente por la propiedad que presentan las sustancias no cristaloides para ser absorbidas con mucha lentitud en la superficie de las membranas mucosas.

Pero no debemos detenernos en las particularidades concernientes á la historia terapéutica del curare; me limito á producir el envenenamiento por picadura, que hace penetrar con rapidez el veneno en la sangre y produce la muerte con un cortejo de síntomas particulares, objeto de nuestro exámen, y que vamos á explicar en nuestro estudio.

Introducido el curare en nuestros tejidos por medio de una flecha ó de un instrumento envenenado, determina la muerte con tanta más rapidez cuanto más pronto penetra el veneno en la sangre. Por esta razon la muerte es más rápida cuando se emplea una disolucion de curare en vez del veneno seco. El grado de vitalidad de los animales y la rapidez de la circulacion, que es su consecuencia, obran en el mismo sentido. Esto hace que los animales vigorosos sean más fáciles de envenenar que los animales desfallecidos, y que en condiciones iguales (talla del animal, dosis del veneno) mueran más pronto los animales de sangre caliente que los animales de sangre fria, y entre los primeros los pájaros ántes que los mamíferos.

La herida envenenada por el curare no es asiento de ningun dolor ni de ninguna irritacion particular; el veneno no posee en sí mismo ninguna propiedad cáustica; de manera que si es rápida la picadura, el animal está envenenado sin apercibirse siquiera de ello.

M. Boussingault me ha referido que cuando los indios hieren á los pájaros en



la caza con pequeñas flechas, que lanzan con una cerbatana, y cuya punta está acerada como la de una aguja, sucede con mucha frecuencia que el animal no siente la herida, y á pesar de esto muere en el sitio donde fué herido, un minuto ó dos despues.

No sucede lo mismo cuando se emplean grandes flechas sobre los animales que huyen; sin embargo, la parálisis debida á la accion del veneno, acaece con bastante rapidez para que el animal se detenga y no pierda la pieza el cazador; Watterton cuenta que, atravesando las tierras que separan el Esequibo del Demeray encontraron él y sus compañeros una manada de jabalíes. Un indio soltó su arco é hirió uno con una flecha envenenada; ésta entró en la mandíbula y se rompió. El jabalí estaba muerto á ciento setenta pasos del lugar en que fué herido, y les suministró succulenta comida.

Los síntomas de la muerte por el curare ofrecen un aspecto característico, y sobre el que están de acuerdo todos los observadores.

No se podrían comprobar estos sinto-

mas en los pájaros pequeños, porque mueren algunas veces en segundos; pero en los pájaros grandes, en los mamíferos y en los animales de sangre fría la muerte llega en un espacio de tiempo, que varía generalmente entre cinco y doce minutos, cuando se emplea un exceso de veneno. Contaré sólo tres ó cuatro ejemplos; serán la expresion exacta de lo que he visto reproducirse en los experimentos casi innumerables que he hecho y referido durante veinte años.

Practico, por medio de una flecha envenenada, sobre el dorso de un conejo una picadura tan poco dolorosa que el animal no interrumpe su comida; pero despues de dos ó tres minutos, el animal deja de comer y se va á un rincon del laboratorio; se recuesta sobre la pared, baja las orejas sobre el dorso como si quisiera dormirse. Despues queda perfectamente tranquilo y poco á poco se encorva; sus piernas ceden al principio al mismo tiempo que dobla la cabeza; por último, cae del lado paralítico. Despues de seis minutos á partir desde el momento de la picadura, el animal está muer-

to, es decir, ha cesado la respiracion.

Picado un perro jóven en el muslo con un instrumento envenenado apénas se apercibió de su herida; corría y saltaba como de costumbre, pero á los tres ó cuatro minutos se echó sobre la tripa como si estuviera cansado; había conservado su inteligencia y no parecía sufrir; únicamente repugnaba moverse. Bien pronto el animal descansó su cabeza en el suelo entre sus dos piernas de adelante, como si más fatigado quisiera dormir. Sin embargo, sus ojos quedaban abiertos y tranquilos, al par que su cuerpo se plegaba sobre sí mismo; el animal se hallaba completamente paralizado. Al poco tiempo se entornaron los ojos, los movimientos respiratorios cesaron y el animal murió ocho minutos despues de la picadura envenenada.

Las ranas, los sapos y las culebras mueren con síntomas semejantes.

Los animales no manifiestan ninguna agitacion, ni expresion alguna de dolor. Son presa de una parálisis progresiva que apaga sucesivamente todas las funciones de la vida. Este es el carácter

peculiar de la muerte por el curare.

En todos los géneros de muerte que se conocen, hay siempre cuando se acerca la agonía, convulsiones, gritos ó estertores que indican un sufrimiento y una especie de lucha entre la vida y la muerte.

En la muerte por el curare no sucede nada de esto; no hay agonía, la vida se acaba por extincion. Todos los viajeros que han visto morir animales por el curare describen la muerte con síntomas parecidos á los que acabamos de exponer. «La muerte llega, dice M. Carrey, como si el flúido vital se derramara.» Watterton, que nos ha dado más detalles acerca de los efectos del curare, cuenta que cuando un pájaro está herido por una flecha envenenada, queda tres minutos próximamente en el aire ántes de caer; pero que su caída no va precedida de ningun signo de dolor, que hay únicamente una especie de estupor que se manifiesta por una repugnancia aparente para el movimiento.

«Habiendo envenenado, dice, una polla llena de vida, por medio de una picadura hecha en el muslo con una flecha enve-

nenada, no se sintió molesta. Durante el primer minuto anduvo tranquilamente; durante el segundo quedó parada y picoteaba tierra. Méenos de medio minuto despues abría y cerraba el pico con frecuencia; bajó la cola, y sus alas caían casi al suelo. Por último, al tercer minuto estaba doblada, no pudiendo sostener la cabeza, que caía, se levantaba y cada vez caía más, como la de un viajero que lucha contra el sueño; sus ojos se abrían y se cerraban. Al cabo de cinco minutos, la polla estaba muerta.»

En otro ejemplo se trata de la vida de un perezoso que se acaba sin el menor combate aparente, sin un grito ni un gemido. Era un perezoso de tres dedos; pertenecía á un naturalista que quería matarle para conservar su piel, y recurrió al curare. Se colocó al animal en una mesa y se le hirió en una pierna; se esforzó en extender el pié y se dobló como si quisiera subir, pero fueron sus últimos esfuerzos; su vida se apagó rápida pero gradualmente... Al principio una de sus piernas de adelante la dejó caida y así se quedó incapaz de moverse; la siguió bien

pronto la otra. Habiendo perdido su fuerza los miembros anteriores, cayó lentamente el perezoso, se acostó y puso su cabeza entre las piernas de atrás que tenía todavía en la mesa; pero cuando fueron atacadas á su vez, cayó á tierra tan dulcemente que no pudo distinguirse esta caída de un movimiento ordinario. Si se hubiera ignorado la herida, no se hubiera creído que moría: la boca estaba cerrada; no se veía ni espuma ni saliva. No se observó estremecimiento ni alteración visible de la respiración. Al cabo de diez minutos hizo un ligero movimiento y un minuto después era muerto. «En una palabra, dice Watterton, desde el momento en que la acción del veneno empezó á mostrarse en el perezoso, se hubiera creído que le agobiaba el sueño.»

Watterton nos da, además, el relato de la muerte de un hombre envenenado por el *curare*.

Dos indios corrían la selva para buscar caza. Uno de ellos, con una flecha envenenada, tiró á un mono rojo que estaba encima de él, en un árbol. El golpe era casi perpendicular. La flecha no dió al

mono, y cayendo, hirió al indio en el brazo, un poco por debajo del codo. Convencido de que todo había concluido para él, «nunca, dijo á su camarada con voz entrecortada, y mirando su arco cuando hablaba, nunca blandiré jamás este arco.» Habiendo dicho estas palabras descolgó su caja de bambú, en que iba el veneno, colgada de su espalda, y habiendo puesto en tierra su arco y sus flechas, se tendió despues, dijo adios á su compañero y cesó de hablar para siempre. «Será un consuelo para las almas compasivas, hace notar con este motivo Watterton, saber que la víctima no sufre, porque el *wourali* destruye dulcemente la vida.»

Vemos que todas las descripciones nos ofrecen un cuadro dulce y tranquilo de la muerte por el *curare*. Un sueño apacible parece ser el tránsito de la vida á la muerte. Sin embargo, no es así; la apariencia exterior es engañosa. Este estudio nos demostrará cuán podemos estar en un error con respecto á la interpretacion de los fenómenos naturales, hasta que la ciencia no nos enseñe la causa y desvele el mecanismo. Si en efecto, abordando decidida-

mente la parte esencial de nuestro objeto, entramos por medio de la experimentación en el análisis orgánico de la extinción vital, veremos que esta muerte, que parece sobrevenir de una manera tan calmada y tan exenta de dolor, está, por el contrario, acompañada de los sufrimientos más atroces que puede concebir la imaginación del hombre.

III

El cuerpo de un animal viviente es un conjunto admirable de partículas, tanto más delicadas y variadas en sus propiedades fisiológicas, cuanto más elevado es el rango que ocupa el sér en la escala de la organizacion. Por lo tanto, importa para la claridad de nuestro asunto, que descendamos un instante en esta máquina viviente, que va á ser el teatro de las acciones deletéreas que nos proponemos definir y explicar.

Las manifestaciones vitales que percibimos en el exterior tienen una causa interior oculta á nuestras miradas; todas ellas no son sino el resultado de la accion recíproca y simultánea de un gran número de partículas orgánicas elementales,

de la misma manera que en la naturaleza bruta los fenómenos no son más que resultados complejos de las propiedades de los cuerpos simples inorgánicos. Así pues, en los elementos orgánicos, es decir, en las partes más desligadas del organismo, es donde residen las condiciones íntimas de la vida y de la muerte. El veneno no invade jamás el organismo de repente y en su totalidad, pero lleva su acción tóxica y paralizante sobre un elemento orgánico esencial para la vida. En seguida produce la dislocación del edificio vital por un mecanismo que variará en razón del elemento atacado primeramente, de la naturaleza y de la importancia de sus relaciones fisiológicas con el conjunto de los fenómenos de la vida.

La química conoce hasta hoy setenta cuerpos simples, próximamente, de los que diez y seis sólo entran en la composición del organismo viviente más complicado, que es el del hombre; pero no es en calidad de cuerpos químicamente simples como vienen á obrar aquí; se combinan y agrupan previamente bajo la influencia de la fuerza vital, para consti-

tuir las partículas más tenues de nuestro organismo. Estas partículas, aún cuando complejas químicamente, son elementales bajo el punto de vista fisiológico en el sentido de que están dotadas de propiedades vitales, sencillas y definidas, que no persisten después de la división ó alteración del elemento. Hé aquí, en algunas palabras, la idea que debe tenerse de las partes microscópicas de nuestro cuerpo, á las que conviene dar el nombre de *elementos anatómicos*, ó mejor, el de *organismos elementales*. En efecto, los elementos anatómicos son verdaderos organismos elementales que, por su reunión y sus agrupaciones, están llamados en seguida á constituir un organismo total, tanto más complejo y tanto más elevado en la organización, cuanto que la variedad de sus elementos se presenta mayor. Podemos, por lo tanto, considerar, que nuestro cuerpo está compuesto por millones de millares de pequeños seres ó individuos vivientes y de especie diferente. Hay algunos que son libres como los glóbulos de la sangre, pero la mayoría están unidos y soldados. Los elementos de la

misma especie se reúnen para constituir nuestros tejidos, y nuestros tejidos se mezclan para formar nuestros órganos; los elementos de especie diferente se sueldan entre sí con objeto de poder reaccionar los unos sobre los otros, y concurrir con armonía al mismo objeto fisiológico. Sin embargo, entre todas estas soldaduras y estas reuniones, ningún elemento se confunde con el próximo; se unen y quedan distintos como los hombres cuando se dan la mano. Cada especie de elementos representa de esta manera una verdadera especie de individuos, que dependen de un todo al que están asociados, pero que siempre tienen su independencia y su vida propia; que tienen su manera de nutrirse particular y de ser excitados; que poseen sus venenos especiales y su manera especial de morir. Por último, como se puede decir en una palabra, cada elemento tiene su *autonomía*, pero autonomía inconsciente y encadenada por un determinismo absoluto, á las condiciones físico-químicas del medio orgánico interior.

Aparte de los elementos orgánicos, que se pueden llamar *pasivos* porque por su

reunion constituyen la armadura ósea del cuerpo, como todos los *tejidos conjuntivos* que dan la solidez, la elasticidad y la cohesion á nuestros órganos, existen otras dos clases de elementos orgánicos que nos manifiestan una actividad constante y necesaria.

En la primera clase colocaremos todos los elementos orgánicos que, bajo la forma de vexículas ó células, ya libres, ya fijas ó aglomeradas, constituyen los *tejidos glandulares, mucosos ó epiteliales*. Las propiedades de estos elementos, agrupados en tejidos, se manifiestan especialmente en el cumplimiento de los fenómenos de la vida nutritiva.

Colocaremos en la segunda clase los elementos orgánicos que bajo la forma de fibras ó de tubos reunidos ó soldados los unos á los otros, por regla general constituyen los tejidos *musculares y nerviosos*. En razon de sus propiedades, estos últimos elementos presiden á las funciones de sensibilidad y de movimiento que son propios á los animales, y constituyen las manifestaciones más elevadas de los seres vivientes.

El objeto de la fisiología general es analizar cada función y cada acto de la economía, con objeto de relacionarlos á su elemento orgánico.

El fenómeno de la respiración, á pesar de sus variedades aparentes, se reduce por último en todos los animales á la propiedad del elemento, glóbulo sanguíneo, que al contacto del aire absorbe el oxígeno y exhala el ácido carbónico.

La digestión, con las secreciones que á ella concurren, se refiere al elemento glandular y epitelial que bajo la influencia de ciertos excitantes determinados deja fluir un líquido que tiene la propiedad de preparar y acumular en sí.

Por lo mismo, cuando vemos aparecer en un animal un fenómeno de sensibilidad ó movimiento, debemos referirnos por el análisis fisiológico á las propiedades de las fibras nerviosas y musculares que constituyen sus propiedades elementales.

La fibra muscular representa un tubo microscópico de paredes elásticas; este tubo está lleno de una sustancia contráctil, es decir, de una materia que durante la vida goza de la propiedad de contraerse

bajo la influencia nerviosa, de manera de acortar el tubo muscular y arrastrar en su movimiento las partes á que está inserto.

Encontramos en el sistema nervioso elementos productores y conductores, los unos destinados á la sensibilidad, los otros para el movimiento ó miotilidad. Los conductores nerviosos representan verdaderos hilos eléctricos orgánicos; están formados por un tubo lleno de una sustancia llamada *médula nerviosa*, destinada á proteger un filamento central. Este filamento es fisiológicamente la parte esencial del nervio y lo que se llama *cilinder axis* ó eje del cilindro. El tubo nervioso sensitivo se une al tubo motor por medio de un ensanchamiento nervioso llamado *célula nerviosa*, y el tubo motor termina en la fibra muscular presentando una nueva intumescencia particular.

Todos estos elementos orgánicos de que se compone nuestro cuerpo tienen una gran delicadeza microscópica, porque el tamaño varía entre céntimos y milésimas de milímetro. Se podrá, por lo tanto, tener una idea de su número cuando se

sepa que las células y los tubos nerviosos, por su reunion, forman el cerebro, la médula espinal y los cordones nerviosos, y que todas las fibras musculares reunidas constituyen esencialmente la carne, que representa la mayor parte del hombre y los animales.

Sean las que quieran la complicacion y la variedad en las funciones intelectuales, de nuestros sentimientos y de nuestros movimientos, jamás se explican sino por la actividad vital de tres elementos orgánicos, formando una cadena de distintos anillos, pero cuyas propiedades están, sin embargo, subordinadas fisiológica y jerárquicamente.

Estos tres elementos son: el elemento nervioso *sensitivo*, el elemento nervioso *motor* y el elemento *muscular*. El punto de partida de la accion fisiológica se encuentra en el elemento nervioso sensitivo ó intelectual; su vibracion se transmite siguiendo su eje y llega á la celula nerviosa, verdadera estacion; la vibracion sensitiva se transforma en vibracion motora. Esta última se propaga á su vez en el elemento nervioso motor, y al llegar á

su extremidad periférica hace vibrar la fibra muscular que, volviendo á obrar en virtud de su propiedad elemental, verifica la contraccion ó movimiento.

Estos tres elementos juegan de esta manera el papel de *excitante* respectivamente unos de otros; el elemento nervioso sensitivo excita al elemento nervioso motor, éste al elemento muscular, y de estos actos el final es la contraccion. En su accion de conjunto estos elementos tienen relaciones tan conexas que no tendrían razon de ser los unos sin las otras. En efecto, el elemento sensitivo no tiene razon de ser sin el elemento motor que indica su presencia, y el elemento motor no tendría razon de ser sin el elemento muscular sobre el que debe manifestarse su influencia.

Sin embargo, á pesar de esta conexion íntima y necesaria, cada uno de estos elementos queda siempre independiente y distinto. El elemento sensitivo vive y muere á su manera, tiene venenos que le son propios. El elemento motor puede vivir y morir separadamente, y tiene igualmente sus venenos especiales. Por

último, el elemento muscular tiene iguales condiciones de vida ó muerte que le pertenecen exclusivamente.

Si esta independencia orgánica es real para la vida nutritiva de los elementos, no es nada más que una ilusión bajo el punto de vista de las manifestaciones vitales que deben llenar en el organismo. No siendo estas manifestaciones sino la resultante de actividades diversas, exigen el concurso de todas. Si se suprime uno de los tres elementos sensitivo, motor y muscular, continúan viviendo los otros dos, pero sin expresión, de la misma manera que una frase pierde su significación desde el momento en que le suprimimos uno de sus miembros.

La ley fundamental de la vida es el comercio continuo de materiales entre el cuerpo viviente y el medio cósmico que le rodea. De esto resulta un verdadero *circulus* ó torbellino renovador del cuerpo, cuya rapidez mide la intensidad de la vida. Las condiciones de los fenómenos vitales no están constituidas en absoluto ni por el organismo, ni por el medio cósmico; es preciso y necesario el concurso

de los dos. Aun á pesar de la integridad del organismo, cesará la vida si el medio se suprime ó se vicia; en un medio favorable se apagará la vida si el organismo está lesionado ó destruido.

Repetiremos que nuestro organismo no es otra cosa que un agregado de elementos orgánicos, ó mejor, de organismos elementales innumerables verdaderos infusorios que viven, mueren y se renuevan, cada uno á su manera. Esta comparacion expresa fielmente mi pensamiento, porque esta multitud incontable de organismos elementales asociados que componen nuestro organismo total, existen como los infusorios en un medio líquido que debe tener calor y contener agua, aire y materias nutritivas. Los infusorios libres y diseminados en la superficie de la tierra encuentran estas condiciones en las aguas en que viven. Los infusorios orgánicos de nuestro cuerpo, más delicados, agrupados en tejidos y órganos, encuentran estas condiciones rodeadas de protectores especiales, en nuestro flúido sanguíneo que es su verdadero líquido nutricio. En este líquido, que no los imbibes pero que

los baña, se verifican todos los cambios materiales sólidos, líquidos ó gaseosos que exige su vida; toman sus alimentos y arrojan sus excrementos, absolutamente lo mismo que los animales acuáticos. En todas partes la vida no tiene lugar sino en un medio líquido. Solamente por artificios de construcción, los organismos del hombre, así como los de otros animales, pueden vivir en el aire; pero todos los elementos activos de sus funciones viven sin excepción, á la manera de los infusorios, en un medio líquido interior. Por esta razón he dado yo el nombre de *medio interior* orgánico á la sangre y á todos los líquidos blastemáticos que de ella derivan.

El sistema circulatorio no es nada más que un conjunto de canales destinados á conducir el agua, el aire y los alimentos á los elementos orgánicos de nuestro cuerpo, de la misma manera que las calles y callejas innumerables sirven para llevar las provisiones á los habitantes de una gran ciudad. Los canales venosos no tienen, propiamente hablando, relaciones fisiológicas activas con los elementos or-

gánicos; no les llevan nada, y no hacen otra cosa que acarrear la sangre que les nutrió; pero el sistema venoso presenta otro origen periférico de la mayor importancia, porque por este origen es por donde la corriente venosa, cuya dirección es centrípeta, viene á repartirse sobre las diversas superficies del organismo y toma el aire en los pulmones, el agua y los alimentos en los intestinos, así como también otros líquidos intersticiales. Todos estos elementos constitutivos del medio interior son llevados inmediatamente al corazón, centro del aparato circulatorio. Aquí empieza el sistema arterial que lanza la sangre en una dirección inversa á la de las venas, es decir, del centro á la periferia. Arrojada la sangre por el corazón en las arterias va á impurificarse en todo ó en parte con diversos productos de eliminación y por mecanismos diversos según los organismos; pero lo que aquí importa saber es que la sangre arterial se dirige hácia nuestros organismos elementales y que les distribuye todas las sustancias capaces de obrar sobre ellos. La sangre arterial lleva la vida á los ele-

mentos orgánicos, porque contiene en disolución el oxígeno y los demás elementos del medio orgánico propios para sostener la vida; pero la sangre arterial puede llevar también la muerte, si se introducen en las vías circulatorias, es decir, en el medio interior orgánico, sustancias que la vicien. Pues bien, este es el caso que se presenta en todos los envenenamientos.

Cuando se hiere á un animal con una flecha envenenada por el curare, hemos visto que muere al cabo de poco tiempo. Existen, en efecto, tres etapas necesarias que debe recorrer el veneno. Primeramente debe disolverse el veneno en la herida por los humores que allí se encuentran; segundo, debe penetrar en las venas y llegar al corazón; tercero, debe ponerse en contacto con los elementos orgánicos por medio de la sangre arterial. Esto no es todo; es necesario que la sustancia tóxica se acumule en la sangre á consecuencia de una desproporción que debe establecerse entre la absorción y la eliminación del veneno. Todo esto necesita, como sabemos, un máximun de diez á doce minutos para cumplirse. Concebimos, sin

embargo, que el curare no puede obrar de esta manera, si ántes de llegar á la sangre arterial encuentra en su camino alguna vía de eliminacion rápida ó si encuentra un obstáculo cualquiera que le retenga en el árbol venoso. En efecto, en este caso el veneno no llega hasta las vías que conducen á los elementos orgánicos.

Tres años despues de la vuelta de Watterton á Inglaterra, Brodie hizo algunos experimentos que importa mencionar. Se inoculó curare en la pata de un borrico y murió en doce minutos. Se inoculó en otro el mismo veneno, despues de haber colocado un vendaje alrededor de la pata por encima del punto en que se hizo la inoculacion; el burro anduvo libremente, como de ordinario, y comió sin apercibirse de nada. Al cabo de una hora se le quitó la ligadura, y murió á los diez minutos despues. Estos experimentos, que son imitacion de los que Magendie había hecho con otros venenos, y que se han confirmado con frecuencia, se explican fisiológicamente de una manera muy sencilla: en tanto que el veneno queda bajo la piel de

la pierna por debajo de la ligadura, no puede llegar al corazón, porque esta ligadura impide á la sangre venosa pasar y transportarle. Hemos dicho que el veneno no es activo sino llegando al corazón, para que se pueda repartir por las arterias y llegar de esta manera á los elementos orgánicos; pero aún aquí todavía podemos, por un artificio experimental, impedir al veneno generalizarse. Si ligamos la arteria de un miembro, por ejemplo, impediremos á la sangre envenenada llegar á los elementos orgánicos de este miembro y le conservaremos la vida, en tanto que el resto del cuerpo habrá sufrido los ataques deletéreos de la sustancia tóxica. En una palabra, deteniendo el veneno en las venas, se salva al individuo; deteniendo el veneno en las arterias no se salva nada más que la parte del cuerpo en que se oblitera la arteria que lleva la sangre.

Después de esta sumaria exposición de algunas nociones fisiológicas que era necesario recordar, volvamos á los efectos del veneno americano. Debemos primeramente buscar sobre qué elemento orgá-

nico particular del cuerpo lleva su acción tóxica, y determinar en seguida el mecanismo por medio del que la muerte de este elemento puede producir la muerte de todo el organismo.

IV.

En el mes de Junio de 1844 hice mi primer experimento sobre el curare. Insinué bajo la piel del dorso de una rana un pequeño pedazo de curare seco y observé al animal. En los primeros momentos saltaba y corría la rana con gran agilidad, como ántes de la picadura, despues quedó tranquila. Al cabo de cinco minutos cedieron las patas de delante, el cuerpo se aplanó poco á poco; á los siete minutos la rana había muerto, es decir, que se puso blanda, flácida, y que los pinchazos en la piel no determinaban en el animal ninguna reaccion vital.

Procedí en seguida á lo que se llama la *autopsia fisiológica* del animal.

Sábias medidas, que todo el mundo

aprueba, impiden hacer en el hombre las autopsias ántes de que se hayan pasado veinticuatro horas despues de la muerte. Esta circunstancia disminuye considerablemente la importancia científica de las *autopsias cadavéricas*. En efecto, la vida no cesa porque todo nuestro cuerpo muere á la vez, sino únicamente porque uno ó muchos de sus elementos orgánicos han perdido sus propiedades vitales. Haciendo la autopsia en el momento de la muerte se deben encontrar elementos orgánicos que han perdido sus propiedades fisiológicas, y otros que las poseen todavía y que acaban por perderlas y por morir á su vez á causa de la dislocacion de las funciones necesarias á su existencia. Cuando se practica la autopsia veinticuatro horas despues de la muerte, todos los elementos orgánicos están apagados, rígidos y frios. No se encuentran sino las lesiones crónicas, que nos dan á conocer las diversas metamorfosis patológicas de los tejidos, pero que no nos explican en nada el mecanismo de la muerte, porque el individuo vivía algunas horas ántes con esta misma lesion; en otros casos no se

encuentra nada, y se cree que la causa de la muerte es inapreciable.

Esto es lo que nos hubiera sucedido si hubiésemos hecho la autopsia de nuestra rana al día siguiente: tendríamos un cadáver envenenado por el curare que no hubiera ofrecido ninguna lesión, y que nos hubiera sido imposible distinguir bajo ningún concepto del cadáver de una rana que hubiera muerto de otro género de muerte. Veremos cuán es de otra manera, cuando se hace la autopsia fisiológicamente, es decir, abriendo el animal inmediatamente después de muerto. Esta es una ventaja de las más importantes que presenta la patología experimental, porque lo que la moral prohíbe hacer sobre nuestros semejantes, la ciencia nos autoriza á hacerlo sobre los animales. El hombre, que tiene el derecho de servirse de los animales para sus usos domésticos y para su alimentación, tiene igualmente el derecho de servirse para instruirse en una ciencia útil para la sociedad.

Abriendo la rana envenenada, ví que su corazón continuaba latiendo. Su sangre se enrojecía al aire y presentaba sus propie-

dades fisiológicas normales. Me serví en seguida de la electricidad como excitante más conveniente para despertar y provocar la reacción física de los elementos nerviosos y musculares. Pero obrando directamente sobre los músculos, el excitante eléctrico producía contracciones violentas en todas las partes del cuerpo; pero obrando sobre los nervios mismos, no producía ninguna reacción. Los nervios, es decir, los tubos nerviosos que los componen, estaban completamente muertos, en tanto que los demás elementos orgánicos, músculos, sangre, mucosas, etc., estaban muy vivos y conservaban aún sus propiedades fisiológicas durante un gran número de horas, como sucede siempre en animales de sangre fría.

Es, sin embargo, fácil comprender que la extinción vital de los elementos nerviosos debe producir la muerte del organismo entero por la cesación sucesiva de todos los movimientos. La detención de los movimientos respiratorios produce particularmente este resultado, impidiendo en el medio orgánico sanguíneo la aereación, que es indispensable para sostener la vida

de todos los elementos orgánicos que nos componen. Si conserva todavía el corazón sus movimientos, esto prueba, como ya se sabía, que no está influenciado por el sistema nervioso como los demás músculos, lo que le permite ser, según la expresión de Haller, el órgano *primum vivens* y el órgano *ultimum moriens*. Además, la demostración de esta acción clara y característica del curare, que mata el elemento nervioso y respeta el elemento muscular, ha resuelto la cuestión de la que se llamaba *irritabilidad haleriana*, probando experimentalmente que la propiedad contráctil del músculo es distinta de la propiedad del nervio, que la excita, puesto que el veneno llega á separar inmediatamente una de otra.

Este primer experimento analítico hecho sobre la rana, le repetí de la misma manera sobre otros animales más próximos en la escala del hombre, y que pertenecían á la clase de los pájaros y de los mamíferos. He comprobado resultados muy semejantes, y la *autopsia fisiológica* me demostró que el elemento nervioso motor había sido el único atacado por el

curare, en tanto que los demas elementos orgánicos habían conservado las propiedades fisiológicas.

La atenta observacion de los síntomas del envenenamiento sobre los animales elevados, vino á revelarme particularidades interesantes relativas á la sensibilidad y á la inteligencia.

Un perro cariñoso fué herido por una flecha envenenada. Al principio el animal no se apercibió, corría y estaba como de ordinario alegre; pero bien pronto, como si estuviera fatigado, se echó sobre la tripa, en una actitud muy natural. Cuando se le llamaba contestaba; se levantaba, venía despues de intentos repetidos y con una especie de laxitud. Poco tiempo despues no podía levantarse el perro á pesar de sus esfuerzos; conservaba toda su inteligencia y no parecía sufrir; únicamente sus patas, y particularmente las de atras, no obedecían á su voluntad. Cuando se hablaba al animal respondía perfectamente con los movimientos de la cabeza, con la expresion de sus ojos y la agitacion de la cola; un poco más tarde cayó la cabeza y el animal no podía sostenerla. Estaba

echado y respiraba con calma, como un animal que descansara tranquilamente; si se le llamaba, únicamente agitaba la cola, y volvía los ojos todavía sin expresión de sufrimiento para demostrar que entendía. Por último, cesaron poco á poco los movimientos respiratorios y los ojos estaban entornados y sin vida, y solamente movimientos ligeros de la cola atestiguan que el perro oía todavía lo que se hablaba á su lado.

Otro perro, arisco y feroz, que quería morder á los que se le aproximaban se le picó con una flecha envenenada. Durante los primeros momentos, el animal enfurecido se movía en su cama, hacía oír gruñidos mezclados con ladridos, siempre que se dirigían hácia él. Al cabo de seis ó siete minutos se acostó el animal, sus piernas no podían sostenerle y se apagaron sus gritos; pero no por eso estaba ménos furioso. Siempre que se le acercaban enseñaba los dientes y movía los ojos centellantes. Cuando se le presentaba un palo le mordía con fuerza, pero en silencio. Esta rabia no se apagó sino con la vida, y cuando el perro no podía ma-

nifestarla con los labios y los dientes, sus miradas expresaban todavía su furia.

Los dos experimentos precedentes nos demuestran que en la muerte por el curare no está perturbada la inteligencia; cada uno de los perros conservó su carácter hasta el final, y si las manifestaciones características desaparecen no es porque estén realmente abolidas, sino porque se encuentran sucesivamente rechazadas y como invadidas por la acción paralizante del veneno. En efecto, en esos cuerpos sin movimiento, detrás del ojo entornado, y con toda la apariencia de la muerte, persisten intactas todavía la sensibilidad y la inteligencia en su integridad. El cadáver que se tiene delante de los ojos oye y distingue lo que pasa á su alrededor, le quedan impresiones dolorosas cuando se le pincha ó excita. En una palabra, hay todavía sentimiento y voluntad, únicamente ha perdido los instrumentos que sirven á sus manifestaciones; esto es lo que vamos á demostrar llevando más allá nuestro análisis fisiológico.

Recordemos por un instante que el cu-

rare no puede ejercer su accion tóxica sino despues de haber sido llevado por las arterias y puesto en contacto con nuestros elementos orgánicos. Recordemos tambien que ligando ú obstruyendo una arteria de un miembro ó de otra parte de nuestro cuerpo, se puede preservar esta parte del envenenamiento que invadirá el resto del organismo. Pues bien, con ayuda de este miembro ó de esta parte reservada, áun cuando no sea nada más que una fibra muscular, el animal podrá manifestar lo que siente y demostrar que su inteligencia, que había sido presa en alguna parte en un cadáver, no está abolida. Estos experimentos analíticos se demuestran particularmente muy bien en los animales de sangre fria, en razon de la persistencia más largo tiempo de las propiedades elementales de los tejidos, despues de la detencion de la circulacion arterial.

En una rana muy viva he interceptado el paso de la sangre arterial en las patas de atras por la ligadura de las arterias, teniendo gran cuidado de dejar intactos los nervios que ponen en comunicacion

estos miembros con la médula espinal. Después de esta operación la rana conservaba toda su agilidad; saltaba y nadaba como siempre. En seguida la envenené insinuando un pequeño fragmento de curare bajo la piel del dorso. A los cinco minutos la rana se bajó, sus patas se separaron al perder su resorte, y la mandíbula inferior del animal descansaba sobre la mesa. Después de siete minutos la rana había muerto y estaba sin movimiento. Cuando se pinchaba la piel de la cabeza, del cuerpo ó de las patas de adelante no había ningún movimiento, ni ninguna reacción vital en estas partes envenenadas; pero la rana agitaba en seguida con violencia sus dos patas de atrás, que habíamos preservado del envenenamiento por medio de la ligadura de las arterias. Se obtenía este resultado con las más ligeras picaduras en la parte no envenenada del cuerpo. Cuando se ponía la rana en el agua y se excitaba una parte cualquiera de su cuerpo nadaba perfectamente con sus patas de atrás, que llevaban por delante el resto de su cuerpo, perfectamente inmóvil, aunque sensible; pero no solamente había

conservado nuestra rana la sensibilidad en el tramo anterior de su cuerpo, paralizado por el veneno, había conservado sus sentidos y su voluntad. En efecto, si se cubría el vaso en que habíamos introducido la rana de manera de colocarle en la oscuridad, y en seguida se hacía penetrar súbitamente un rayo de sol quitando la cubierta, se apercibía el tronco de la rana flácido é inclinado hácia abajo avanzar voluntariamente hácia el sol con ayuda de sus dos patas de atras.

He repetido el experimento muchas veces con igual éxito.

Si en lugar de las dos patas no se preserva nada más que una del envenenamiento, el resultado es el mismo, únicamente que una pata se mueve cuando se pincha al animal, y esta pata arrastra todo el cuerpo delante de ella cuando el animal está en el agua.

Cuando en lugar de una pata se preserva un dedo del envenenamiento, este dedo se agita y expresa el sentimiento de todo el cuerpo, reducido al estado de cadáver.

El espectáculo interesante que acabo de

referir puede observarse muchas veces durante una hora ó dos en las estaciones favorables. No se acaba sino cuando la asfixia y la muerte del organismo llegan á consecuencia de la supresion muy prolongada de los movimientos respiratorios.

En los animales de sangre caliente estos fenómenos pasan en un tiempo mucho más corto, pero no por esto existen ménos.

Cuando un mamífero ó un hombre están envenenados por el curare, la inteligencia, la sensibilidad y la voluntad no son atacadas por el veneno, pero pierden sucesivamente los instrumentos de movimiento, que rehusan obedecerlas. Los movimientos más expresivos de nuestras facultades desaparecen los primeros, la voz y la palabra, en seguida los movimientos de los miembros, los de la cara y el tórax, y por último los movimientos de los ojos, que, como en los moribundos, persisten hasta el último.

¿Puede concebirse un sufrimiento más horrible que el de una inteligencia, asistiendo de esta manera á la sustraccion sucesiva de todos los órganos que, segun

la expresion de M. Bonald, están destinados á servirla, y encontrarse en alguna manera encerrada en vida en un cadáver? En todas las épocas las ficciones poéticas que han querido conmovier nuestra piedad, nos han representado séres sensibles encerrados en cuerpos inmóviles. Nuestra imaginacion no es capaz de concebir séres más desdichados que los séres dotados de sensacion, es decir, pudiendo experimentar la pena y el placer, pero que no pueden huir del uno y tender los brazos al otro. El suplicio que la imaginacion de los poetas ha inventado se encuentra producido en la naturaleza por la accion del veneno americano. Aún podemos añadir que la ficcion ha quedado por bajo de la realidad. Cuando Tasso nos pinta á Clorinda incorporada viva á un majestoso cipres, al ménos la ha dejado el llanto y los sollozos para quejarse y enternecer á aquellos que la hacen sufrir hiriendo su sensible corteza.

El veneno es, por lo que hemos visto, un instrumento que nos hace penetrar en los repliegues más ocultos de nuestra organizacion, y nos permite apreciar los fe-

nómenos más delicados. Recorriendo las diversas fases del envenenamiento, hemos visto que el curare destruye el movimiento, dejando persistir la sensibilidad. Además, hemos probado que no ataca sino á uno solo de los elementos eficaces del movimiento, el nervio motor, porque el corazon continúa latiendo y los músculos han conservado su facultad contráctil intacta.

La conclusion fisiológica que se deriva de estos experimentos es muy clara: el elemento nervioso, sensitivo, el elemento nervioso motor, y el elemento muscular tiene cada uno su autonomía, puesto que el curare los separa y no es tóxico sino para uno de ellos. Recordemos, por lo tanto, que á pesar de su independecia los elementos orgánicos no tienen efectos fisiológicos sino por el conjunto de sus relaciones. La manifestacion motora en el hombre, ó en un animal, exige el concurso de tres términos ó elementos anatómicos. El elemento nervioso, sensitivo ó voluntario, es el punto de partida de la determinacion motora. En seguida el elemento nervioso motor transmite esta determinacion al

músculo que lo ejecuta, ó mejor dicho, que lo manifiesta. Si uno solo de los tres términos precedentes llega á faltar no tiene lugar el acto. En el envenenamiento por el curare la sensibilidad y la voluntad del movimiento existen, la contractilidad y por consecuencia la posibilidad de ejecución del movimiento existen; pero por el solo hecho de que el elemento nervioso motor que forma el lazo de union entre la sensibilidad y el movimiento está destruido, el conjunto no funciona. En efecto, la sensibilidad, como todas las facultades que tienen por asiento el sistema nervioso, no tiene la posibilidad de manifestarse por sí misma. Les son absolutamente necesarias á estas facultades el sistema muscular ó contráctil bajo cualquier forma, para señalar su presencia ó traducirse al exterior. Por consecuencia no podemos juzgar de las sensaciones de los hombres sino por los movimientos. Sin embargo, en los animales envenenados por el curare hubiéramos estado en el error más completo, si de la falta de movimiento hubiéramos deducido y asegurado la falta de sensibilidad. Este ejemplo probará una

vez más que no tenemos criterio absoluto en nuestra ciencia, y que desde el momento que nos dedicamos á interpretar los fenómenos que están fuera de nosotros, estamos completamente rodeados de causas, de error y de ilusiones.

V.

La ciencia se detiene en las causas próximas de los fenómenos; la investigación de las causas primeras no es de su dominio. El sabio ha alcanzado su objeto, por lo tanto, cuando por un análisis experimental sucesivo llega á retraer la manifestacion de los fenómenos á condiciones materiales exactamente definidas. De causa en causa, llega, finalmente, segun la expresion de Bacon, á una *causa sorda*, que no oye nuestras preguntas y por lo tanto no responde. No siempre debe considerarse como límite absoluto de nuestros conocimientos la causa próxima en la que debemos detenernos; no es sorda sino á nuestros débiles medios actuales de investigacion.

En nuestro análisis fisiológico hemos llegado á localizar la accion del veneno americano sobre el elemento nervioso motor, y determinar como consecuencia un mecanismo de la muerte propio á este

agente tóxico. ¿Pero debemos detenernos aquí y considerar como el límite que podemos alcanzar en la ciencia actual? No lo creo. No solamente queda por aislar químicamente el principio activo del curare de las materias extrañas á las que está mezclado; hay todavía que determinar además qué género de modificación física ó química imprime al elemento orgánico para paralizar su acción. En cuanto al presente, ignoramos completamente cuál puede ser la naturaleza de esta influencia. Sin embargo, sabemos con este motivo una cosa importante, y es, que lejos de producir una alteración tóxica definitiva que destruya para siempre el elemento orgánico, como lo hacen muchos venenos, determina el curare una especie de inercia ó de entorpecimiento del sistema nervioso. Resulta una parálisis de este elemento que dura tanto cuanto el curare está en contacto con la sangre, pero que puede cesar cuando se haya eliminado el veneno. De aquí resulta una consecuencia importante: que la muerte por el curare no es una muerte sin recursos, y que es posible hacer volver á la vida á un animal

ó á un hombre que se hubiera envenenado con este tóxico.

Para comprender el mecanismo de la vuelta á la vida, es necesario recordar el mecanismo de la muerte; y si la teoría que hemos dado es buena, los dos mecanismos deben comprobarse recíprocamente y poder deducirse el uno del otro.

Introducido el curare en la sangre va á ponerse en contacto con los elementos orgánicos y paralizar de una manera sucesiva todos los movimientos voluntarios. En el primer momento se paralizan los órganos de la voz; pero la vida se continúa porque el animal todavía respira. La muerte real del organismo aparece en el momento en que el animal cesa de respirar. Todos los elementos orgánicos del cuerpo son atacados en seguida, porque un elemento indispensable á todos, el aire, el oxígeno, va á faltar en la sangre, su medio orgánico. Sin género de duda, que si el corazón sigue latiendo, hace circular la sangre; pero esta sangre no toma oxígeno en los pulmones paralizados y la asfixia sobreviene en todos los elementos orgánicos con una rapidez más ó menos grande

segun la naturaleza de los animales, pero de una manera infalible para todos. Vemos de esta manera que la destruccion del elemento motor no mata directamente, como si este elemento sólo representara el principio de la vida. La sustraccion del elemento nervioso motor mata porque los demas elementos que tenían relaciones con él no pueden funcionar, y resulta una dislocacion de la máquina viviente entera. De la misma manera se derrumba un edificio cuando se quita una de sus piedras fundamentales.

Resumiendo, es la falta de oxígeno ó la asfixia lo que produce la muerte por el curare. Si esto es verdad, lo necesario para volver á la vida, y el contraveneno será el oxígeno, es decir, la *respiracion artificial*, ó lo que es lo mismo, un soplo, que, reemplazando los movimientos respiratorios apagados, introduzca gradualmente y con precauciones convenientes aire puro en los pulmones. Se puede decir en este caso que tenemos en las manos la existencia del individuo envenenado, y la vida se nos aparece como un puro mecanismo, del que podemos mover las ruedas,

pero que no podemos localizar en ninguna de ellas exclusivamente; no está en parte alguna y se encuentra en todas partes.

Bajo la influencia de la respiración artificial, la sangre continuará, por lo tanto, circulando y cargándose de oxígeno; de esta manera los elementos orgánicos que el curare no atacó continuarán viviendo; pero el veneno mismo, circulando con la sangre, acabará por eliminarse por medio de los diversos emunctorios y particularmente por las orinas, de manera que después de un tiempo suficiente habrá salido por la sangre todo el curare, y el elemento nervioso motor, que había sido adormecido por su contacto, pero no desorganizado, se despertará y recobrará sus funciones desde el momento en que haya desaparecido el agente que le paralizaba. En este caso la rueda vital descompuesta se compondrá, y la máquina podrá andar y sostener sola su movimiento natural. Hé aquí la explicación muy sencilla de la vuelta á la vida en los animales envenenados por el curare, por medio de la respiración artificial.

En 1815 Watterton y Brodie inocularon curare en una yegua, que murió á los diez minutos. Se hizo en seguida una incision en la tráquea-arteria, y se insufló regularmente aire en los pulmones, durante dos horas, con un fuelle. La vida suspendida reapareció; la yegua levantó la cabeza y miró á su alrededor; interrumpida la introduccion del aire, volvió á la muerte aparente. Se empezó de nuevo la respiracion artificial, y se continuó sin interrupcion durante dos horas todavía. Este medio salvó á la yegua; se levantó y anduvo, sin experimentar, al parecer, agitacion ni dolor. La herida del cuello y la del veneno curaron fácilmente. Despues de un poco de cansancio, el animal se restableció y se puso gorda y engallada.

Otros experimentadores, Mr. Virchow, de Berlin, entre otros, han observado hechos semejantes sobre perros, gatos y conejos.

Yo mismo, con frecuencia, he repetido estos experimentos y comprobado que, en el animal que se salva, el veneno había pasado á la orina, y que, concentrando este líquido, se encontraba el curare

con sus propiedades tóxicas ordinarias.

Puede muy bien aplicarse la insuflacion artificial en el hombre, y existen aparatos para aplicarla.

Si un hombre está envenenado, la única manera conocida de salvarlo es la respiracion artificial.

Pero cuando se puede obrar inmediatamente despues de la herida, hay otros medios de impedir que tenga lugar el envenenamiento, no por indicaciones empíricas é ilusorias, sino por medios y procedimientos fisiológicos de los que la ciencia comprende y regula la accion. Si la herida ha sido en una extremidad, lo primero que hay que hacer es poner una ligadura por encima de la herida envenenada alrededor de toda la extremidad. Sabemos que, impidiendo al curare llegar al corazon, nos oponemos al envenenamiento del organismo; pero, ¿qué hacer en seguida? El veneno está allí, y si se quita el vendaje, la intoxicacion, que se ha retardado ó suspendido, no se evita. Habría que tomar un partido extremo, que, por otra parte, se ha aconsejado; por medio de un cuchillo quitar toda la superfi-



cie envenenada, ó para mayor seguridad todavía, amputar el miembro por debajo de la ligadura. Sería preferible, sin género de duda, la amputacion á una muerte cierta; pero hay otra cosa mejor que hacer, porque si reflexionamos en las nociones experimentales que hemos adquirido, vemos que la fisiología nos suministra la posibilidad de evitar á la vez la muerte y la amputacion.

Recordemos que un animal envenenado por el curare no está privado de todos sus movimientos á la vez: se los ve apagarse sucesivamente, empezando por los movimientos de las extremidades y acabando por los movimientos respiratorios. Esta invasion progresiva del aparato locomotor proviene de la accion de una dosis gradual y creciente del veneno introducido en la sangre por la absorcion, porque cuando se inyecta de una sola vez una gran cantidad de curare en la circulacion, el animal muere como herido por el rayo, instantáneamente. Esto nos prueba además que hay elementos nerviosos motores que son más accesibles á la accion del curare que otros. En efecto, aunque se

trate de elementos orgánicos de la misma naturaleza, hay entre sí una jerarquía fisiológica, lo mismo que existe una clasificación zoológica que expresa la jerarquía de los organismos. La cantidad de curare en la sangre suficiente para obrar y envenenar los nervios motores de los miembros no basta para obrar sobre los nervios motores de la cabeza: la cantidad que paraliza los nervios motores de la cabeza no ataca todavía á los nervios motores respiratorios torácicos y diafragmáticos; pero por otra parte esta diferencia en la susceptibilidad de los elementos para el veneno coincide con una vibración más lenta de su sustancia, de tal manera que aquellos que son más difíciles para envenenarse son al propio tiempo más tardíos para desembarazarse de la sustancia tóxica. Los nervios motores de los miembros y la cabeza, que se envenenan ántes que los nervios respiratorios, recobran sus funciones ántes que estos últimos. Esta razón nos explica cómo la yegua de Watterton, que pudo levantar la cabeza y mirar á su alrededor, cayó muerta cuando se detuvo la insuflación que la hacía

vivir, reemplazando sus nervios respiratorios todavía embotados.

De este conjunto de observaciones resulta que podemos, variando las dosis del curare, pasar gradualmente del veneno al medicamento; envenenar á un animal completa ó incompletamente y áun envenenarle un tercio, un cuarto, etc., de manera que obtengamos efectos no solamente no mortales, sino graduados y previstos de antemano.

He instituido hace ya mucho tiempo gran número de experimentos de este género: de esta manera he podido llegar á tener animales con las cuatro patas curarizadas únicamente ó bien las cuatro patas y la cabeza. Por último, he podido ir más allá y paralizar los movimientos torácicos, no conservando íntegro nada más que el nervio diafragmático, que basta para impedir la asfixia.

El curare sirve también de medio de contención al fisiólogo, porque los animales quedan sobre la mesa del laboratorio exactamente lo mismo que si estuvieran atados sólidamente, durante muchas horas en experimentos que ofrecen gran in-

teres bajo muchos puntos de vista. Se observa en este caso, cuando obra el curare en pequeña dosis, una especie de agitacion no dolorosa en los miembros, á causa de la ley de que toda sustancia que á alta dosis apaga las propiedades de un elemento orgánico, las excita á pequeña dosis. Cuando ha llegado al *summum* la accion del curare, la eliminacion hace poco á poco desaparecer el veneno de la sangre; al propio tiempo y paralelamente cesan todos los síntomas paralíticos; despues é inmediatamente que se han disipado, el animal se levanta y corre alegre exactamente como ántes y sin que resulte jamás ningun inconveniente para su salud.

Volvamos á nuestro herido, del cual se trata de salvar la vida y conservar la extremidad.

La ligadura está colocada y el veneno retenido por debajo de ella. Se adivina lo que se debe hacer; desatar el vendaje y dejar penetrar el veneno en la sangre; pero desde el momento en que los miembros se paralizan, se apretará en seguida la ligadura; despues, cuando la eliminacion haya arrojado el veneno y hecho des-

aparecer los efectos tóxicos, se deja entrar nueva cantidad no mortal de veneno, que se eliminará á su vez y así sucesivamente hasta la completa eliminacion. Esto no es tan largo como se podría pensar, y en ménos de medio dia he podido salvar perros de tamaño regular que habían sido heridos con una flecha envenenada.

Cuando se coloca una ligadura sobre un miembro para detener el veneno, no es necesario apretar desmedidamente la ligadura, lo que produciría el infarto y aún la gangrena del miembro; basta comprimir moderadamente para impedir la circulacion venosa. Se puede decir que no se detiene de una manera absoluta el paso de la sangre envenenada; pero se escapa tan poco cada vez, que la pequeña cantidad de veneno introducida en el organismo se elimina á la vez sin poderse acumular para producir efectos tóxicos. Esto explica cómo he podido impedir el envenenamiento de animales dejando la ligadura aplicada durante veinticuatro ó cuarenta y ocho horas. Despues de este tiempo se puede desatar sin peligro, por-

que el veneno y la muerte han podido huir de una manera imperceptible.

El veneno americano del que acabamos de bosquejar la historia, está destinado, como todos los venenos violentos, á entrar en la categoría de los remedios heroicos; pero la accion terapéutica de los venenos, que está hoy en dia casi en manos del empirismo, no podrá salir y comprenderse científicamente sino por el estudio fisiológico de los envenenamientos. La accion medicamentosa no es en el fondo nada más que un envenenamiento incompleto.

Debemos llegar á los elementos más íntimos de nuestro organismo para sorprender el mecanismo de todas estas acciones. Estas investigaciones son largas y están rodeadas de dificultades innumerables; pero los fenómenos de la vida tienen su determinismo absoluto, como todos los fenómenos naturales.

La ciencia vital existe; no tiene más trabas que su complejidad, y si llega un dia, que no es dudoso, en que á fuerza de trabajo y de paciencia se funde definitivamente como ciencia la fisiología, en este

dia podremos, por modificaciones del medio sanguíneo, ejercer nuestro imperio sobre todo ese mundo de organismos elementales que constituyen nuestro sér; conociendo las leyes que rigen sus diversas relaciones podremos arreglar y modificar á nuestra voluntad las manifestaciones vitales.

Sin duda alguna, siempre se nos escapará el principio de las cosas, y no trataremos de conocer el origen primero de todos estos elementos orgánicos, como el físico y el químico no tratan de encontrar la causa creadora de la materia mineral de la que estudian las propiedades. Unicamente conocemos la ley de los fenómenos de la sustancia viviente y organizada, y sometiéndonos á estas leyes podremos hacer variar las acciones de que dependen. Los físicos y los químicos no obran de otra manera cuando gobiernan los fenómenos de los cuerpos brutos. Usan una metáfora cuando se dicen señores de la naturaleza, porque saben perfectamente que no hacen sino obedecer á sus leyes.

1.º Setiembre 1864.

ESTUDIO

SOBRE

LA FISIOLÓGÍA DEL CORAZON.

El corazón es para el fisiólogo el órgano central de la circulación de la sangre, y á este título un órgano esencial á la vida; pero por raro privilegio, que no se ha visto para ningun otro aparato orgánico, la palabra *corazon* ha pasado, como las ideas que se han concebido de sus funciones, en el lenguaje del fisiólogo, del poeta, del novelista, del hombre de mundo, con acepciones muy distintas. El corazón no era solamente un motor vital que arroja el líquido sanguíneo á todas las partes del cuerpo que este líquido anima; el corazón era tambien el asiento y el em-

blema de los sentimientos de nuestra alma más nobles y tiernos. El estudio del corazón humano no era dominio exclusivo del anatómico y del fisiólogo; este estudio debería servir de base á todas las concepciones del filósofo, á todas las inspiraciones del poeta y del artista.

Se tratará en este capítulo, entiéndase bien, del corazón anatómico, es decir, del corazón estudiado bajo el punto de vista de la ciencia fisiológica puramente experimental; pero este estudio rápido que vamos á hacer de las funciones del corazón ¿deberá echar por tierra las ideas generalmente admitidas? ¿Deberá la fisiología quitarnos las ilusiones y demostrarnos que el papel sentimental que en todas las épocas se ha atribuido al corazón no es nada más que una ficción arbitraria? En una palabra; ¿tendremos que señalar una completa contradicción entre la ciencia y el arte, entre el sentimiento y la razón?...

No creo en mi opinión esta contradicción posible. La verdad no puede diferir de sí misma, y la verdad del sabio no debe contradecir la verdad del artista. Creo, por el contrario, que la ciencia que mana

de fuente pura, será luminosa para todos, y que siempre el arte y la ciencia deben darse la mano interpretándose y explicándose uno por otra. Creo, en fin, que en sus regiones elevadas, los conocimientos humanos forman una atmósfera común á todas las inteligencias cultivadas, en la que el hombre de mundo, el artista y el sabio deben necesariamente encontrarse y comprenderse.

En lo que sigue no trataré, por lo tanto, de negar sistemáticamente en nombre de la ciencia todo lo que se ha podido decir en nombre del arte acerca del corazón, como órgano destinado á expresar nuestros sentimientos y nuestras afecciones.

Desearé, si digo algo, poder afirmar el arte para la ciencia, ensayando explicar por la fisiología lo que hasta el presente no ha sido sino simple intuición del espíritu. Emprendo, lo sé, una empresa muy difícil, áun puede que sea temeraria á causa del estado actual tan poco avanzado de la ciencia de los fenómenos de la vida. Sin embargo, la belleza de la cuestión y las luces que en mi opinión puede dar la fisiología me determinan y alientan.

No se trata en este momento de hablar de la fisiología del corazón, entrando en un estudio analítico experimental completo, é imposible por el momento: es una simple tentativa, y me bastará expresar mis ideas fisiológicas apoyándolas con los hechos más claros y más precisos de la ciencia. Trataré así la fisiología del corazón de una manera general, pero atendiendo con más particularidad á los puntos que me parecen propios para esclarecer la fisiología del corazón humano.

I.

Antes de nada, el corazón es una máquina motora viviente, una verdadera bomba impelente destinada á distribuir el fluido nutritivo y excitador de las funciones á todos los órganos del cuerpo. Este papel mecánico caracteriza al corazón de una manera absoluta, y allí donde existe corazón, cualquiera que sea el grado de sencillez ó de complicación que presente en la serie animal, cumple constante y necesariamente esta función de irrigador orgánico.

Para un anatómico puro, el corazón del hombre es una *viscera*, es decir, uno de los órganos que forman parte de los aparatos de nutrición situados en las cavidades esplánicas. Todos sabemos que el corazón está colocado en el pecho, entre los

dos pulmones; que tiene la forma de un cono cuya base está fija por gruesos vasos que acarrean la sangre y cuya punta libre está inclinada hácia abajo y á la izquierda, de manera de venir á colocarse entre la quinta y sexta costilla por debajo del pezon izquierdo. En cuanto á la naturaleza del tejido que le compone, el corazon entra en el tejido muscular, está hueco y aloja cavidades que sirven de reservorio á la sangre; por esta razon los anatómicos le han llamado *músculo hueco*.

En el corazon del hombre se ven cuatro compartimientos ó cavidades: dos cavidades forman la parte superior ó *base del corazon*, llamadas *aurículas*, y que reciben la sangre de todas las partes del cuerpo por medio de gruesos tubos llamados *venas*; dos cavidades forman la parte inferior ó *puntas del corazon*, llamadas *ventrículos* y destinados á arrojar el líquido sanguíneo hácia todas las partes del cuerpo por medio de gruesos tubos llamados *arterias*.

Cada aurícula corresponde con el ventrículo que tiene debajo; pero un tabique longitudinal separa la aurícula y el ven-

trículo del lado derecho de la aurícula y el ventrículo del lado izquierdo, de tal manera que el corazón del hombre, que realmente es doble, se descompone en dos corazones sencillos, formados cada uno de una aurícula y de un ventrículo, y situados el uno á la derecha y el otro á la izquierda del tabique medio.

Cada cavidad ventricular del corazón está provista de dos compuertas llamadas *válvulas*. Una colocada en el orificio de entrada de la sangre de la aurícula al ventrículo llamada válvula aurículo-ventricular; otra situada en el orificio de salida de la sangre del ventrículo por la arteria; se llaman *válvulas sigmoideas*.

El corazón del hombre, como el de los mamíferos y los pájaros, es, pues, un corazón anatómicamente doble y compuesto de dos corazones sencillos, llamados *corazón derecho* y *corazón izquierdo*. Cada uno de estos corazones tiene un papel bien distinto. El corazón izquierdo, llamado *corazón de sangre roja*, está destinado á recibir en su aurícula por las venas pulmonales la sangre pura y rutilante que viene de los pulmones para hacerla pasar

en seguida á su ventrículo, que la lanza á todas las partes del cuerpo, donde se hace impura y negra. El corazon derecho, llamado tambien *corazon de sangre negra*, está destinado á recibir en su aurícula por las venas cavas la sangre impura que vuelve de las partes del cuerpo, y hacerla pasar en seguida á su ventrículo para lanzarla en el pulmon, en donde se hace pura y rutilante. En una palabra, el corazon izquierdo es el corazon que preside á la distribucion del líquido vital en todos los órganos de nuestro cuerpo y de todos los tejidos, y el corazon derecho es el que preside á la revivificacion de la sangre en los pulmones para restituirla al corazon izquierdo, y así sucesivamente.

Sentadas estas premisas, vamos á considerar aquí el corazon como un órgano que distribuye la vida á todas las partes del cuerpo, porque envía el líquido nutricio que es indispensable para vivir y manifestar sus funciones.

En cuanto al líquido nutricio, está representado por la misma sangre, que es sensiblemente idéntica en todos los animales vertebrados, cualquiera que sea,



por otra parte, la diversidad de la especie animal y la variedad de su alimentacion. En los fenómenos exteriores de la prehension de los alimentos, el zoólogo distingue el carnicero feroz, que se nutre de carnes sangrientas palpitantes, el rumiante apacible que rumia la hierba de los prados, el frugívoro y el granívoro, que se alimentan de granos; pero cuando se desciende en el fenómeno íntimo de la nutricion, la fisiología general nos enseña que lo que se nutre, propiamente hablando, en los animales, no es el tipo específico é individual, que varía al infinito, sino únicamente los órganos elementales y los tejidos, que se destruyen y viven en todas las especies de la misma manera. La naturaleza, segun Goethe, es un gran artista. Los animales están constituidos por materiales orgánicos semejantes, y únicamente la construccion y la disposicion relativa de estos materiales es la que determina la variedad de estos verdaderos monumentos organizados, es decir, las formas y las propiedades animales específicas. De la misma manera en los monumentos del hombre, los materiales se pa-

recen por sus propiedades físicas, y sin embargo, la diferente agrupacion puede realizar diversas ideas y dar nacimiento á un palacio ó á una cabaña. En una palabra, existe el tipo específico; pero solamente al estado de una idea realizada. Para la fisiología no es el tipo animal el que vive ó muere, son los materiales orgánicos ó los tejidos que le componen, lo mismo que en un edificio que se derrumba no es el tipo ideal del monumento el que se deteriora, sino únicamente las piedras que le forman.

En fisiología general no se podría, por lo tanto, deducir de la grande variedad de la alimentacion de los animales, ninguna diferencia de nutricion orgánica esencial. En el hombre y en todos los animales, los órganos elementales y los tejidos vivientes son sanguinarios, es decir, se reparten la sangre en que están sumergidos. Viven como los animales acuáticos en el agua, y de la misma manera que es necesario renovar el agua que se altera y pierde sus elementos nutritivos, es preciso renovar, por medio de la circulacion, la sangre que pierde su

oxígeno y se carga de ácido carbónico. Pues bien, éste es precisamente el papel del corazón. El sistema del corazón izquierdo lleva á los órganos la sangre que los anima; el sistema del corazón derecho arrastra la sangre que les hizo vivir un instante.

o Cuando en fisiología se quiere comprender las funciones de un órgano, es preciso remontarse á las propiedades vitales de la sustancia que le compone; por lo tanto, en las propiedades del tejido cardíaco debemos encontrar la explicación de sus funciones. Esto nos ofrecerá desde luego algunas dificultades, porque, como ya hemos dicho, el corazón es un músculo y posee todas las propiedades fisiológicas. Pues bien, me bastará recordar que este tejido carnoso ó muscular está constituido por fibras que tienen la propiedad de acortarse, es decir, de contraerse.

o Cuando las fibras musculares están dispuestas de manera que formen un músculo prolongado cuyas extremidades van á insertarse sobre dos huesos articulados, el efecto necesario de la construcción del músculo es hacer mover los dos

huesos uno sobre otro aproximándolos.

Pero cuando las fibras musculares están dispuestas de manera que formen las paredes de una bolsa muscular, como sucede en el corazón, el efecto necesario de la contracción del tejido muscular es estrechar y hacer desaparecer más ó ménos completamente esta cavidad, expulsando su contenido. Esto nos hará comprender cómo á cada contracción de las cavidades del corazón, la sangre que contienen se encuentra expulsada, siguiendo una dirección determinada por la disposición de las válvulas ó compuertas cardiacas. Cuando se contrae la aurícula, la sangre va al ventrículo, porque se abre la válvula aurículo-ventricular; cuando se contrae el ventrículo sale la sangre por las arterias, porque las válvulas sigmoideas ó arteriales se pliegan para abrir paso al líquido sanguíneo, al propio tiempo que se cierra la válvula aurículo-ventricular para impedir la vuelta de la sangre á la aurícula. La contracción de las cavidades del corazón, que las vacía de sangre, va seguida de una relajación durante la que se llenan de nuevo de sangre, para ser

vaciadas por nueva contraccion, y así sucesivamente. Resulta, pues, que el movimiento del corazon está constituido por una sucesion de movimientos alternativos de contraccion y de relajacion sucesivas. Se llama *sístole* el movimiento de contraccion, y *diástole* el de relajacion.

Las cuatro cavidades del corazon se contraen y se relajan dos á dos sucesivamente: al principio las dos aurículas, despues los dos ventrículos. Un intervalo de reposo muy corto separa la contraccion de las aurículas de la contraccion de los ventrículos; despues un intervalo más largo sucede á la contraccion del ventrículo.

Estaría completamente fuera de nuestro objeto describir al detalle el mecanismo de la circulacion en las diferentes cavidades del corazon. En nuestras explicaciones ulteriores no debemos tener en cuenta nada más que el ventrículo izquierdo, que es, como dejamos dicho, el ventrículo nutricio que alimenta y anima todas las partes del cuerpo.

Nos bastará, por lo tanto, decir que en el momento de la contraccion de este

ventrículo, el corazón se proyecta hácia adelante y viene á chocar como el badajo de una campana entre la quinta y sexta costilla por debajo del pezon izquierdo; lo que se llama el *latido del corazón*. En este mismo momento de la contraccion ventricular izquierda, la sangre sale por la aorta y las arterias del cuerpo con una presion capaz de elevar una columna mercurial á 125 milímetros de altura. Esta presion produce el levantamiento observado en todas las arterias, y que se llama *pulso*.

Toda la mecánica de los movimientos del corazón ha sido el objeto de trabajos profundos, y la ciencia moderna ha estudiado los fenómenos de la circulacion por medio de procedimientos gráficos que dan á las investigaciones una grandísima exactitud.

El único punto que tenemos que recordar, es que el corazón es una verdadera máquina viviente, que funciona como una bomba impelente en la que el piston está reemplazado por la contraccion muscular.

La cuestion que deseamos estudiar

particularmente en este trabajo, es saber cómo el corazón, ese sencillo motor de la circulación de la sangre, puede reaccionando bajo la influencia del sistema nervioso, cooperar al mecanismo delicado de los sentimientos que pasan en nosotros.

II.

Desde el primer momento se nos aparece el corazón como un órgano extraño por su actividad excepcional.

Por regla general, cada aparato vital no entra en función en el desarrollo del cuerpo animal, sino después de haber acabado su evolución y adquirido su textura definitiva. Hay órganos también, particularmente los destinados á la propagación de la especie, que no entran en la escena orgánica sino largo tiempo después del nacimiento para desaparecer en seguida y entrar de nuevo en el descanso durante el último período de la vida del individuo.

El corazón, por el contrario, manifiesta su actividad desde el origen de la vida,

mucho ántes de poseer su forma definitiva y su estructura característica.

No es solamente notable este hecho como carácter de la precocidad de las funciones del corazón, sino que es de aquellos que deben hacer reflexionar al fisiólogo acerca de la relación real que debe existir entre las formas anatómicas y las propiedades vitales de los tejidos.

Nada tan bello como asistir al nacimiento del corazón.

En el pollo, desde la veintisiete ó treinta horas de la incubación, se ve aparecer sobre el campo germinal un punto microscópico, *punctum saliens*, en el que se acaba por observar movimientos raros y apenas perceptibles.

Poco á poco se acentúan estos movimientos y se hacen más frecuentes; se dibuja mejor el corazón, se forman las arterias y las venas, se manifiesta el líquido sanguíneo más distintamente, y se instala todo un sistema vascular provisional (*area vasculosa*), irradiando alrededor del corazón constituido ya fisiológicamente como órgano de la circulación embrionaria. En este momento las líneas

fundamentales del cuerpo del animal han aparecido; el corazón en plena actividad representa un motor sanguíneo aislado, anterior á la organización y destinado á transportar al campo de la vida los materiales necesarios á la formación del cuerpo animal. En el pájaro el corazón va á buscar los materiales en los elementos del huevo: en el mamífero los toma en los elementos de la sangre materna.

En tanto que este órgano sirve de esta manera á la construcción y al desarrollo del cuerpo entero, se aumenta y se desarrolla él mismo. En su origen no es nada más que una simple vesícula oscuramente contráctil, como la vesícula circulatoria de un infusorio; pero esta vesícula se alarga en seguida y late con rapidez; la parte inferior recibe el líquido sanguíneo y representa una aurícula, en tanto que la parte superior constituye un verdadero ventrículo que lanza la sangre en un bulbo aórtico que se divide en arcos branquiales; en este caso es un verdadero corazón de pescado. Más adelante sufre este corazón un movimiento combinado de torsión y de báscula que traslada hácia

arriba su parte auricular y hácia abajo su parte ventricular; ántes de que el movimiento de báscula sea completo, el órgano representa un corazón de tres cavidades, corazón de reptil, y desde que se ha terminado el movimiento, posee las cuatro cavidades del corazón del pájaro ó del mamífero.

Las diversas fases del desarrollo del corazón nos demuestran, por lo tanto, que este órgano no llega á su estado de organización más elevada en los pájaros, los mamíferos y el hombre sino pasando transitoriamente por las formas que quedan definitivas para las clases animales inferiores. La observación de estos hechos y de otros muchos del mismo género ha dado nacimiento á la idea, filosóficamente verdad, de que cada animal refleja en su evolución embrionaria los organismos que le son inferiores.

El corazón difiere también de todos los músculos en que obra desde que aparece y ántes de estar completamente desarrollado.

Una vez organizado por completo, continúa formando una excepción en el

sistema muscular: en efecto, todos los aparatos musculares nos presentan en sus funciones alternativas de actividad y reposo; el corazón, por el contrario, no descansa jamás. De todos los órganos del cuerpo es el que actúa más tiempo; pre-existe al organismo, le sobrevive, y en la muerte sucesiva y natural de los órganos es el último en manifestar sus funciones. En una palabra, según la expresión del gran Haller, el corazón vive primero (*primum vivens*) y muere el último (*ultimum moriens*). En esta extinción de la vida del organismo el corazón obra todavía cuando los demás órganos han acabado á su alrededor. Vela el último, como si aguardara el fin de la lucha entre la vida y la muerte, porque en tanto que se mueva puede restablecerse la vida. Cuando ha cesado de latir, todo se ha perdido irremisiblemente, y lo mismo que su primer movimiento fué el signo primero de la vida, así su último latido es el último de ella y el signo más cierto de la muerte.

Eran necesarios los recuerdos precedentes, para que nos ayudaran á compren-

der mejor la accion del sistema nervioso sobre el corazon.

Hemos dejado entrever que este órgano muscular posee la propiedad de contraerse sin la intervencion de la influencia nerviosa; entra en funcion ántes de que el sistema nervioso haya dado señales de vida. Aun hay más: los nervios pueden desarrollarse y constituirse anatómicamente sin obrar sobre ninguno de los órganos musculares que están ya desarrollados. En efecto, he comprobado, por experimentos directos, que las extremidades nerviosas no se sueldan fisiológicamente á los sistemas musculares sino en los últimos períodos de la vida embrionaria. Cuando despues del nacimiento el sistema nervioso toma su imperio sobre todos los órganos musculares del cuerpo, el corazon se pasa, sin embargo, sin su influencia, para cumplir sus funciones de motor circulatorio central. Se paralizan los músculos de los miembros cortando los nervios que los animan; no se paralizan nunca los movimientos del corazon dividiendo los nervios que se reparten en su tejido; por el contrario, sus movimientos

son más rápidos. Los venenos que destruyen las propiedades de los nervios motores abaten los movimientos en todos los órganos musculares del cuerpo, en tanto que quedan sin acción sobre los latidos del corazón. He descrito (1) los efectos del curare, el veneno paralizador por excelencia de los sistemas nerviosos motores; se ve que el corazón continúa latiendo y haciendo circular la sangre en el cuerpo de un animal absolutamente privado de toda influencia nerviosa motora.

De todo esto, ¿debemos concluir que el corazón no posea nervios? Esta opinión, en la que se habían detenido fisiólogos antiguos, está hoy en día derribada por la anatomía, que nos demuestra que el corazón recibe en su tejido un gran número de ramos nerviosos. No es, por lo tanto, la falta de nervios á la que es necesario atribuir todas las anomalías que nos ofrece el corazón hasta el presente, es la existencia de un mecanismo nervioso particular que nos queda que examinar.

(1) Véase *Curare*.

III.

La reaccion bien conocida de los nervios motores sobre los músculos en general, se resume en esta proposicion fundamental: en tanto que el nervio no se le excite, el músculo queda en reposo y relajacion: desde el momento en que se excita el nervio natural ó artificialmente, el músculo entra en actividad y en contraccion.

La observacion de la influencia de nuestra voluntad sobre los movimientos de nuestros miembros, bastaría para probarnos lo que acabamos de exponer; pero nada hay más fácil de demostrar por experimentos directos hechos sobre animales vivos y muertos recientemente.

Si por viviseccion se prepara una rana

de manera que aislemos un nervio que se reparte en los músculos de una extremidad, se ve que en tanto que no se toca á este nervio, están los músculos en relacion y reposo, y que inmediatamente que se excita el nervio por una pinza, ó mejor, por una corriente eléctrica, los músculos entran en una enérgica y rápida contraccion. Este hecho general puede comprobarse experimentalmente en el hombre y en los animales vertebrados, bien durante la vida, bien sea inmediatamente despues de la muerte, en tanto que conserven sus propiedades vitales respectivas los sistemas musculares y nerviosos.

Pues bien, si obramos por procedimientos análogos sobre los nervios del corazon, veremos que este órgano muscular paradójico nos presenta todavía bajo este punto de vista una excepcion, y aún diré, para ser más exacto, que nos ofrece una completa oposicion con los demas músculos. Para ser veraz bastará transportar los términos de la proposicion y decir: en tanto que no se excitan los nervios del corazon, el corazon late y funcio-



na; desde el momento en que se excitan los nervios del corazon natural ó artificialmente, el corazon se relaja y entra en el estado de reposo. Si se prepara por viviseccion una rana ú otro animal, vivo ó muerto, de manera que se vea el corazon y se aislen los pneumo-gástricos que van á su tejido, se comprueba que en tanto que no se actúa sobre estos nervios, el corazon continúa latiendo como de ordinario, y que inmediatamente que se los excita por una corriente eléctrica poderosa, el corazon se detiene en diástole, es decir, relajado.

Este resultado es igualmente general; existe en todos los vertebrados, desde la rana hasta el hombre.

Es indispensable tener siempre presente en el ánimo el hecho de esta influencia paradójica y singular de los nervios sobre el corazon, porque únicamente este resultado nos servirá de punto de partida para explicar ulteriormente cómo el órgano central de la circulacion puede reaccionar sobre nuestros sentimientos; pero ántes de llegar á este punto, es necesario examinar más de cerca las diversas

formas que puede presentarnos esta detencion del corazon bajo la influencia de la excitacion galvánica de los nervios.

La excitacion de los nervios pneumogástricos ó nervios del corazon por una corriente eléctrica muy fuerte, detiene en el acto los latidos de este órgano. Sin embargo, se presentan en el fenómeno variedades que dependen de la sensibilidad del animal. Si se trata de mamíferos muy sensibles, el corazon se detiene instantáneamente, en tanto que en los animales de sangre fría, y sobre todo en invierno, el corazon no se somete inmediatamente á la influencia nerviosa; pueden prolongarse muchos latidos ántes de que se detenga. Despues de cesar la excitacion galvánica violenta de los nervios, reaparecen bastante pronto los latidos, con mayor ó menor facilidad, segun el estado de vigor ó de sensibilidad del animal. Puede suceder tambien que en los animales muy sensibles ó debilitados no reaparezcan los latidos; en este caso es definitiva la detencion del corazon y la muerte se presenta inmediatamente.

La excitacion galvánica de los nervios

pneumogástricos tiene por efecto detener el corazón, con tanta mayor energía, cuanto la aplicación es más repentina y se ha repetido ménos veces. Cuando se reproduce muchas veces seguidas ó se prolonga mucho la excitación, se embotan la sensibilidad del corazón y de sus nervios hasta el punto que la electricidad no puede detener sus latidos; se presenta igual fenómeno cuando se irritan gradualmente los nervios; se puede llegar á emplear sucesivamente corrientes eléctricas más y más violentas sin detener el corazón. Cuando se aplican excitaciones débiles sobre los nervios del corazón los resultados son iguales en el fondo; la diferencia existe únicamente en cuanto á la intensidad que nos da una apariencia contraria. En efecto, la excitación galvánica, débil é instantánea de los pneumogástricos produce en un animal muy sensible una detención súbita del corazón; pero de tan corta duración, que sería imperceptible muchas veces para un observador no prevenido. Además, á consecuencia de estas acciones ligeras y moderadas, reaparecen inmediatamente los latidos con

más energía y rapidez. Vese también que la enérgica excitación de los nervios del corazón produce una detención prolongada del órgano, con una vuelta lenta y más ó ménos difícil de sus latidos, en tanto que las acciones moderadas provocan una detención en extremo fugaz del corazón, seguida inmediatamente de una aceleración en sus latidos con aumento de la energía de las contracciones ventriculares.

Todos los resultados que hemos mencionado hasta aquí, bien con respecto á la excitación de los nervios de los músculos de los miembros, bien con respecto á la excitación de los nervios del corazón, los hemos sacado de los experimentos de vivisección, en los que se había aplicado el excitante sobre los nervios motores directamente; en el estado natural no podrá suceder esto, y por lo tanto los excitantes fisiológicos son los que van á irritar los nervios motores, con objeto de determinar su reacción sobre los músculos. Dos son estos excitantes fisiológicos: *la voluntad y la sensibilidad*. No puede la voluntad ejercer su influencia sobre todos los ner-

vios motores del cuerpo; por ejemplo, los nervios del corazon están fuera de su alcance. La sensibilidad, por el contrario, ejerce una influencia que es general, y todos los nervios motores que sean voluntarios ó involuntarios sufren su accion refleja. Se han llamado *reflejas* todas las acciones sensitivas que reaccionan sobre los nervios motores, dando lugar á movimientos involuntarios, porque se supone que la impresion sensitiva procedente de la periferia se refleja en el centro nervioso sobre el nervio motor.

Sería inútil extendernos más acerca del mecanismo de las acciones nerviosas reflejas, que forman en la actualidad una de las bases importantes de la fisiología del sistema nervioso (1). Bástenos saber que todos los movimientos involuntarios son el resultado de la sencilla accion de la sensibilidad ó del nervio sensitivo sobre el nervio motor, que reacciona en seguida sobre el músculo. Todos los movimientos involuntarios que observaremos en el co-

(1) Véase Claudio Bernard, *Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux*. Paris, 1858.

razon, no tienen otra fuente que la reaccion de la sensibilidad sobre los nervios pneumo-gástricos motores de este órgano, y cuando digamos, por ejemplo, que una dolorosa impresion detiene los movimientos del corazon, significará sencillamente que un nervio sensitivo primitivamente excitado ha transmitido su impresion al corazon excitando el pneumo-gástrico, que á su vez ha hecho sentir su influencia motora al corazon, exactamente igual como cuando excitábamos en nuestros experimentos con la corriente galvánica. Cuando el fisiólogo excita un nervio motor para reaccionar sobre los músculos, por medio de una corriente galvánica ó de un pinchazo, sustituye por un excitante artificial el excitante natural, que son la voluntad ó sensibilidad; pero los resultados de la accion nerviosa motora son siempre los mismos. Bien pronto veremos, en efecto, todas las formas de tension del corazon que hemos observado obrando directamente con la corriente galvánica sobre los nervios pneumo-gástricos reproducirse por diversas influencias sensitivas. Como de antemano sabe-

mos que las influencias sensitivas no pueden obrar sobre el corazon sino excitando sus nervios motores, supondremos siempre este intermediario en el lenguaje, y cuando digamos: la sensibilidad ó los sentimientos reaccionan sobre el corazon, sabemos ya lo que quiere decir fisiológicamente.

Nuestros experimentos directos sobre la excitacion de los nervios pneumo-gástricos nos han demostrado que el corazon está más predispuesto á recibir la impresion nerviosa y á detenerse cuanto es más sensible el animal; sucede lo mismo para las reacciones de los nervios de la sensibilidad sobre el corazon.

En la rana no se detiene el corazon pinchando la piel; son necesarias acciones mucho más enérgicas.

Pero en los animales elevados, en ciertas razas de perros, por ejemplo, las menores excitaciones de los nervios sensitivos reaccionan sobre el corazon. Si se coloca un hemómetro sobre la arteria de uno de estos animales con objeto de tener á la vista por medio de la oscilacion de la columna mercurial la expresion de los la-

tidos del corazon, se comprueba que en el momento en que se excita rápidamente un nervio sensitivo hay detencion en el diastole, lo que determina una suspension de la oscilacion con ligero descenso de la columna mercurial. Inmediatamente despues, los latidos reaparecen considerablemente acelerados y más enérgicos, porque el mercurio se eleva algunas veces muchos centímetros para volver á descender á su punto de partida cuando el corazon en calma recobra su ritmo normal.

Es tan sensible algunas veces el corazon en ciertos animales, que las más ligeras excitaciones de los nervios sensitivos pueden producir reacciones, aún cuando no manifieste signos de dolor el animal. Estos son los experimentos hechos por mi maestro M. Magendie y yo hace mucho tiempo, y que desde entónces se han repetido y comprobado por diversos experimentos.

A medida que se eleva la organizacion del animal, el corazon es un reactivo más y más delicado para revelar las impresiones sensitivas que pasan en el cuerpo, y es natural creer que el hombre debe ocu-

par el primer puesto bajo este concepto. En él, el corazon no es únicamente el órgano central de la circulacion de la sangre, sino que se convierte además en el centro adonde van á tener eco todas las acciones nerviosas sensitivas. Las influencias nerviosas que reaccionan sobre el corazon llegan á él, sea de la periferia, por el sistema nervioso cerebro-espinal, sea de los órganos internos por el gran simpático, sea del mismo centro cerebral, porque bajo el punto de vista fisiológico es necesario considerar al cerebro como la superficie nerviosa más delicada de todas; de donde resulta que las acciones sensitivas que proceden de esta fuente son las que ejercerán sobre el corazon influencias más enérgicas.

IV.

¿Cómo es posible concebir el mecanismo fisiológico por medio del que el corazón se une á las manifestaciones de nuestros sentimientos?

Sabemos que este órgano puede recibir el contragolpe de todas las vibraciones sensitivas que pasan en nosotros, y que puede resultar tan pronto una violenta suspension momentánea y enrarecimiento de la circulacion, si la impresion fué muy fuerte, tan pronto una detencion ligera con reaccion y aumento del número y de la energía de los latidos cardiacos, si la impresion fué ligera y moderada; pero ¿cómo puede traducirse en seguida este estado en nuestros sentimientos? Esto es lo que me propongo explicar.

Recordemos que el corazón no cesa nunca de ser una bomba impelente; es decir, un motor que distribuye el líquido vital á todos los órganos de nuestro cuerpo. Si se detiene, hay necesariamente suspensión ó disminución en la llegada del líquido vital á los órganos, y por consecuencia suspensión ó disminución de sus funciones; si, por el contrario, la detención ligera del corazón va seguida de una mayor intensidad en su acción, hay mayor distribución de líquido vital en los órganos, y por consecuencia sobreexcitación de sus funciones.

Sin embargo, no todos los órganos y tejidos del cuerpo son igualmente sensibles á estas variaciones de la circulación arterial, que pueden disminuir ó aumentar bruscamente la cantidad del líquido nutritivo que reciben. Los órganos nerviosos, y sobre todo el cerebro, que constituyen el aparato de textura más delicado y más elevado en el orden fisiológico, participan los primeros de estos desórdenes circulatorios. Es una ley general para todos los animales, desde la rana hasta el hombre, que la suspensión de la circula-

cion de la sangre produce, en primer término, la pérdida de las funciones cerebrales y nerviosas, de la misma manera que la exageracion en la circulacion exalta al momento las manifestaciones cerebrales y nerviosas.

Demandan siempre estas reacciones de la modificacion circulatoria sobre los órganos nerviosos, para efectuarse un tiempo muy distinto, segun las especies.

Este tiempo es muy largo, y sobre todo en el invierno, en los animales de sangre fria; una rana pasa muchas horas ántes de experimentar las consecuencias de una suspension de la circulacion; se le puede quitar el corazon, y durante cuatro ó cinco horas salta y nada, sin que su voluntad ni sus movimientos parezcan desordenados en lo más mínimo.

Sucede todo lo contrario en los animales de sangre caliente: la suspension de accion del corazon produce con gran rapidez la desaparicion de los fenómenos cerebrales, y con tanta mayor facilidad, cuanto que el animal es más elevado, es decir, posee órganos nerviosos más delicados.

El razonamiento y la experiencia nos demuestran que es preciso colocar al hombre en la primera categoría, con respecto á este punto. En él, el cerebro es tan delicado, que experimenta en algunos segundos, y casi puede decirse que instantáneamente, el choque de las influencias nerviosas ejercidas sobre el órgano central de la circulación, influencias que se traducen, como lo vamos á ver en seguida, unas veces por la emoción, otras por el síncope.

Los fenómenos fisiológicos siempre siguen una ley idéntica, pero la naturaleza más ó ménos complicada del organismo viviente puede darles una expresión muy diferente. La ley de reacción del corazón sobre el cerebro es la misma en la rana que en el hombre; sin embargo, la rana jamás podrá experimentar una emoción ni un síncope, porque el tiempo necesario para que su corazón sienta la influencia nerviosa y para que su cerebro sienta la influencia circulatoria es tan largo, que desaparece la relación fisiológica entre los dos órganos.

En el hombre se traduce la influencia

del corazón sobre el cerebro por dos estados principales, entre los que se pueden intercalar muchos otros intermediarios: el *síncope* y la *emocion*.

Reconoce por causa el *síncope* la suspensión momentánea de las funciones cerebrales por falta de sangre arterial en el cerebro.

Se podría producir el síncope ligando ó comprimiendo directamente todas las arterias que van al cerebro; pero en este momento nos ocupamos del síncope que sobreviene á causa de una influencia sensitiva sobre el corazón y bastante enérgica para detener sus movimientos. La paralización del corazón que produce la pérdida del conocimiento, privando al cerebro de la sangre, produce también la palidez de la fisonomía y multitud de efectos accesorios que no son aquí pertinentes. Todas las impresiones sensitivas enérgicas y súbitas son capaces para provocar el síncope, cualquiera que sea su naturaleza. Las impresiones físicas sobre los nervios sensitivos, ó las impresiones morales, las sensaciones dolorosas ó voluptuosas, conducen al mismo resulta-

do y producen la detencion del corazon.

La duracion del síncope está naturalmente ligada á la duracion de la paralización cardiaca. A paralización más intensa, síncope más prolongado y restablecimiento más difícil de los latidos cardiacos, que retornan al principio con irregularidad, no alcanzando su ritmo normal sino con alguna dificultad.

Algunas veces es definitiva la parálisis del corazon y el síncope mortal; en los individuos débiles y al propio tiempo muy sensibles puede suceder este caso. Se ha comprobado experimentalmente que sobre palomas agotadas por inanición basta muchas veces producirlas un vivo dolor, pinchando un nervio del sentimiento, para dar lugar á una detencion definitiva del corazon y un síncope mortal.

La *emocion* deriva del mismo mecanismo fisiológico que el síncope, pero tiene una manifestacion exterior bien distinta. El síncope, que quita la sangre al cerebro, da una expresion negativa, probando únicamente que una impresion nerviosa violenta ha ido á reflejarse sobre el corazon para ir á herir al cerebro. La emo-

cion, por el contrario, que envía sangre al cerebro en una circulación más activa, da una expresión positiva en el sentido de que el órgano cerebral recibe una sobreexcitación funcional en armonía con la naturaleza de la influencia nerviosa que la ha determinado. En la emoción hay siempre una impresión inicial que sorprende en alguna manera y detiene ligeramente al corazón, y por consecuencia una débil sacudida cerebral que produce una palidez fugaz é inmediatamente el corazón, como un animal picado por un aguijón, reacciona, acelera sus movimientos y envía la sangre á vaso lleno por la aorta y por todas las arterias. El cerebro, el más sensible de todos los órganos, experimenta inmediatamente, y ántes que ningun otro, los efectos de esta modificación circulatoria. El cerebro fué sin duda el punto de partida de la impresión nerviosa sensitiva; pero por acción refleja sobre los nervios motores del corazón, la influencia sensitiva provocó en el cerebro las condiciones que vienen á ligarse á la manifestación del sentimiento.

En resúmen, en el hombre el corazón

es el más sensible de todos los órganos de la vida vegetativa; recibe primero que ningun otro la influencia nerviosa cerebral. El cerebro es el órgano más sensible de los de la vida animal; recibe el primero la influencia de la circulación de la sangre. De aquí resulta que estos dos órganos culminantes de la máquina viviente están en relaciones incesantes de acción y de reacción. El corazón y el cerebro se encuentran desde luego en una solidaridad de acciones recíprocas de las más íntimas, que se multiplican y se refuerzan tanto más cuanto el organismo está más desarrollado y es más delicado.

Estas relaciones pueden ser constantes ó pasajeras; varían con el sexo y con la edad. Por esta razón, en la época de la pubertad, cuando órganos hasta esa época inertes ó dormidos se despiertan y desarrollan, nuevos sentimientos nacen en el cerebro y llevan al corazón nuevas impresiones.

Los sentimientos que experimentamos van acompañados siempre de acciones reflejas del corazón; del corazón vienen las condiciones de manifestación de los

sentimientos, aún cuando el cerebro sea su exclusivo asiento. En los organismos elevados la vida no es nada más que un cambio continuo entre el sistema sanguíneo y el sistema nervioso. La expresión de nuestros sentimientos se efectúa por un cambio entre el corazón y el cerebro, las dos ruedas más perfectas de la máquina viviente. Este cambio se realiza por medio de relaciones anatómicas muy conocidas, por los nervios pneumo-gástricos que llevan las influencias nerviosas al corazón y por las arterias carótidas y vertebrales que llevan la sangre al cerebro. Todo este maravilloso mecanismo pende de un hilo, y si los nervios que unen el corazón al cerebro se destruyeran, esta reciprocidad de acción se interrumpiría y se alteraría profundamente la manifestación de nuestros sentimientos.

Quizá se me diga que todas estas explicaciones están llenas de materialismo.

A lo cual contestaría que no es esa la cuestión. Si no fuera por separarme por completo del objeto de estas investigaciones, podría demostrar fácilmente que el materialismo no conduce ni explica nada

en fisiología ; pero un concierto ¿ tiene ménos atractivo porque un físico calcule matemáticamente todas las vibraciones? Un fenómeno fisiológico ¿ será ménos admirable porque el fisiólogo analice todas las condiciones materiales? ¡ Necesario es que este análisis, que estos cálculos se hagan, porque sin esto no existiría la ciencia! Por lo tanto la ciencia fisiológica nos enseña que, por una parte el corazon recibe la impresion de todos nuestros sentimientos, y por otra, el corazon reacciona para volver á enviar al cerebro las condiciones necesarias para la manifestacion de estos sentimientos, de donde resulta que el poeta y el novelista que para conmovernos se dirigen á nuestro corazon, como el hombre de mundo que para expresar á cada momento sus sentimientos invoca su corazon, se valen de metáforas que están en relacion directa con las realidades fisiológicas.

Algunas veces una palabra, un recuerdo, la vista de un suceso despiertan en nosotros un profundo dolor. Esta palabra, este recuerdo no podrían ser dolorosos por sí mismos, pero sí podrían serlo

solamente por los fenómenos que provocan en nosotros.

Quando se dice que el *corazon está destrozado por el dolor*, hay en el corazon fenómenos reales. El corazon se ha parado si la impresion dolorosa ha sido demasiado repentina; no llegando la sangre al cerebro, las consecuencias son el síncope y las crisis nerviosas. Por lo tanto, con mucha razon, cuando se trata de dar una de esas tristes noticias que trastornan nuestro espíritu, á quien quiera que sea, se dan á conocer con muchísima precaucion.

Sabemos por nuestros experimentos sobre los nervios del corazon que las excitaciones graduadas embotan ó agotan la sensibilidad cardiaca, evitando la detencion de los latidos.

Quando se dice que se tiene *el corazon apretado*, despues de haber estado largo tiempo con angustia y haber experimentado emociones penosas, esta frase responde á condiciones fisiológicas particulares del corazon. Las impresiones dolorosas prolongadas, siendo incapaces de parar el corazon, le fatigan y le relajan,

retardando sus latidos, prolongando el diástole y producen una sensacion de plenitud y constriccion precordial.

Las impresiones agradables están tambien en relacion directa con determinados estados del corazon.

Quando está sobrecogida y sorprendida una mujer por una dulce emocion, las palabras que la han dado nacimiento han atravesado el espíritu, como el relámpago el espacio, sin detenerse, y herido el corazon, sin dar lugar á la reflexion ni al razonamiento. El sentimiento empieza á manifestarse despues de un momento de detencion del corazon imperceptible para todo el mundo ménos para el fisiólogo; el corazon aguijonado por la impresion nerviosa, reacciona, por medio de palpitaciones que le hacen saltar y latir con más impulsión dentro del pecho, al mismo tiempo que envía más sangre al cerebro, de donde resultan la coloracion de la cara y una expresion particular de los rasgos que corresponden al sentimiento del bienestar que experimenta.

Por lo tanto, decir el *amor hace palpit*ar el corazon, no es solamente una frase

poética, es también una realidad fisiológica.

Cuando se dice á alguno que se le ama *con todo su corazón*, significa fisiológicamente que su presencia ó su recuerdo despierta una impresion nerviosa que transmitida al corazón por los nervios pneumo-gástricos hace reaccionar nuestro corazón de la manera más conveniente para provocar en nuestro cerebro una emocion afectiva. Supongo desde luego que la declaracion es sincera; sin ésta el corazón no experimentaría nada y el sentimiento moriría en los labios. En el hombre debe el cerebro, para expresar sus sentimientos, supeditarse al corazón.

Dos corazones unidos son corazones que laten al unísono bajo la influencia de las mismas impresiones nerviosas, de donde resulta la armónica expresion de iguales sentimientos.

Los filósofos sostienen que se puede *dominar el corazón y acallar sus pasiones*. No son nada más que expresiones que la fisiología puede interpretar. Se sabe que el hombre por su voluntad puede llegar á dominar muchas acciones reflejas, debi-

das á sensaciones producidas por causas físicas. La razon llega, sin duda alguna, á ejercer el mismo imperio sobre los sentimientos morales. Puede el hombre llegar por la razon á impedir las acciones reflejas sobre su corazon; pero la pura razon tendería á triunfar tanto cuanto el sentimiento tendiera á ensancharse.

El poderío nervioso capaz de parar las acciones reflejas, es generalmente menor en la mujer que en el hombre; por esta razon la mujer tiene la supremacía en el dominio de la sensibilidad física y moral, y lo que ha hecho decir que *ella tiene el corazon más tierno que el hombre*.

Pero me detengo, sin embargo, en estas consideraciones, que nos llevarían demasiado léjos, y diré por conclusion lo siguiente:

La ciencia no contradice absolutamente en nada las observaciones y los datos del arte, y no podía admitir la opinion de los que creen que el positivismo científico debe matar la inspiracion. En mi opinion, sucederá precisamente lo contrario. El artista encontrará bases más fijas en la ciencia, y el sabio beberá en el arte

una intuicion más asegurada. Sin duda alguna pueden existir épocas de crisis en las que la ciencia, avanzada y todavía imperfecta á la vez, inquiete y turbe al artista más bien que ayudarle. Es lo que puede suceder hoy á la fisiología respecto del poeta y del filósofo; pero esto no es nada más que un estado transitorio, y tengo la conviccion que cuando la fisiología esté bastante adelantada, se entenderán el poeta, el fisiólogo y el filósofo.

REVUE DES DEUX MONDES, 1.º de Marzo de 1865.

DE LAS FUNCIONES DEL CEREBRO.

I.

El primer cuidado de la fisiología ha sido localizar las funciones de la vida en los diferentes órganos que les sirven de instrumentos.

Por esta razón se ha localizado la digestión en el estómago, la circulación en el corazón, la respiración en el pulmón; de la misma manera se ha colocado el asiento de la inteligencia y del pensamiento en el cerebro.

Siempre, relativamente á este último órgano, se ha creído deber hacer reservas, y no admitir que la expresión metafísica y moral fuese la manifestación pura y sencilla de la función cerebral.

Descartes, que es necesario contar en

el número de los promovedores de la ciencia fisiológica moderna, porque comprendió que las explicaciones de los fenómenos de la vida no pueden revelar sino leyes de la física y de la mecánica generales, se expresó claramente con respecto á este asunto. Adoptando las ideas de Galeno acerca de la formación de los espíritus animados en el cerebro, les dió por misión repartirse por medio de los nervios en toda la máquina viviente, con objeto de llevar á cada una de las partes la impulsión que necesitaba su actividad especial. Sin embargo, por encima y distinta de esta función fisiológica del cerebro, Descartes admite el alma, que da al hombre la facultad de pensar; tendría su asiento en la glándula pineal, y dirigiría los espíritus animales que emanan de él y son sus subordinados.

Las opiniones de Descartes, con respecto á las funciones del cerebro, no podrían en la actualidad soportar el menor exámen fisiológico; sus explicaciones, fundadas sobre conocimientos anatómicos insuficientes, no han podido ser otra cosa que hipótesis arrancadas á un gro-

sero mecanismo. Sin embargo, tienen para nosotros un valor histórico; nos demuestran que este gran filósofo reconocía en el cerebro dos cosas; primero, un mecanismo fisiológico; después, por encima y fuera de él, en el alma la facultad de pensar.

Estas ideas, poco más ó ménos, son las que han reinado entre muchos filósofos y entre ciertos naturalistas; el cerebro, en el que se efectúan las funciones más importantes del sistema nervioso, sería, no el órgano real del pensamiento, sino únicamente el *substratum* de la inteligencia. Con frecuencia se oye hacer esta objeción, que el cerebro forma una excepción fisiológica á todos los demás órganos del cuerpo, porque es el asiento de manifestaciones metafísicas que no son de la incumbencia del fisiólogo. Se concibe que se puedan relacionar con la mecánica, la física y la química los fenómenos de la respiración, digestión y locomoción, etc.; pero no se admite que el pensamiento, la inteligencia y la voluntad se sometan á semejantes explicaciones. Existe, se dice, un abismo entre el órgano y la función, por-

que se trata de fenómenos metafísicos y no de mecanismos fisico-químicos.

De Blainville, en su curso de zoología, insistía mucho acerca de la definición del *órgano* y del *substratum*. «En el *órgano*, decía, hay una relación visible y necesaria entre la estructura anatómica y la función; en el corazón, *órgano* de la circulación, la conformación y la disposición de los orificios y de sus válvulas explica perfectamente la circulación de la sangre. En el *substratum* no se observa nada semejante; el cerebro es el *substratum* del pensamiento; tiene su asiento en él, pero no podría deducirse el pensamiento de la anatomía cerebral.»

Fundándose en semejantes consideraciones, se han creído autorizados muchos alienistas á pretender que la razón pudiera alterarse de una manera que llaman *esencial*; es decir, que existiera el desorden de la razón sin ninguna lesión material del cerebro. Se ha sostenido la recíproca, y se encuentran en *tratados de fisiología* casos en que la inteligencia se había manifestado íntegra en individuos cuyo cerebro estaba reblandecido ó petrificado.

Los progresos de la ciencia han echado por tierra todas estas doctrinas; sin embargo, es necesario reconocer que los fisiólogos, que están autorizados por las investigaciones modernas más delicadas acerca de la estructura del cerebro, con objeto de localizar el pensamiento en una sustancia particular ó en las células nerviosas de una forma ó de un orden determinados, no han resuelto en definitiva la cuestión, porque no han hecho en realidad otra cosa que oponer hipótesis materialistas á hipótesis espiritualistas.

De lo que precede deduciré la única consecuencia legítima que es posible, y es que el mecanismo del pensamiento nos es desconocido, y creo que todos estarán acordados acerca de este punto.

Sin embargo, no por esto desaparece el problema que hemos planteado, porque lo que importa saber es si la ignorancia en que estamos en esta cuestión es una ignorancia relativa que desaparecerá con el progreso científico, ó si es una ignorancia absoluta en el sentido de que se trata de un problema vital que deba quedar siempre fuera del alcance de la fisiología.

Rechazo con cuanto valgo esta última opinion, porque no admito que pueda fraccionarse de esta manera la verdad científica. ¿Cómo comprender, en efecto, que se ha dado al fisiólogo poder para explicar los fenómenos que se verifican en todos los órganos del cuerpo, excepto una parte de los que pasan en el cerebro? No pueden ni deben existir semejantes distinciones en los fenómenos de la vida. Sin duda alguna estos fenómenos presentan grados de complejidad muy diferentes, pero todos son igualmente accesibles ó inaccesibles á nuestras investigaciones, y el cerebro, por maravillosas que se nos aparezcan sus manifestaciones metafísicas, no podría constituir una excepcion en los demas órganos del cuerpo.

II.

Considerados bajo el punto de vista fisiológico los fenómenos metafísicos del pensamiento, de la conciencia y de la inteligencia, que sirven para las diversas manifestaciones del alma humana, no son más que fenómenos ordinarios de la vida y no pueden ser sino el resultado de la función del órgano que los forma.

Vamos á demostrar, en efecto, que la fisiología del cerebro se deduce, como la de todos los demas órganos del cuerpo, de las observaciones anatómicas, de la experimentación fisiológica y de los conocimientos de la anatomía patológica.

El cerebro sigue en su desarrollo anatómico la ley comun, es decir, que es más

voluminoso cuando las funciones á que preside aumentan en potencia (1). A medida que la inteligencia se muestra más potente, el cerebro adquiere mayor desarrollo en la serie animal hasta llegar al hombre, en que los fenómenos intelectuales son más potentes y llegan á su expresion más elevada, y en el cual el órgano cerebral presenta el volúmen más considerable.

Por la forma del cerebro, por el número de pliegues ó de circunvoluciones que extienden la superficie, se puede prejuzgar la inteligencia de los diversos animales; pero no es solamente el aspecto exterior del cerebro el que cambia cuando las funciones se modifican; ofrece al mismo tiempo, por su estructura íntima, una complejidad que se aumenta con la variedad y la intensidad de las manifestaciones intelectuales. Relativamente á la textura del cerebro, no estamos en los tiempos de Buffon, que consideraba el cerebro, como

(1) Véase Leuret et Gratiolet, *Anatomie comparée du système nerveux*. Paris, 1839-1857.

le llamaba con desden, una sustancia mu-
cosa sin importancia.

Los progresos de la anatomía general y de la histología nos han enseñado que el órgano cerebral posee la textura más delicada y más complexa á la vez de todos los aparatos nerviosos. Los elementos anatómicos que le componen son elementos nerviosos bajo la forma de tubos y de células combinados y unidos entresí. Estos elementos son semejantes en todos los animales por sus propiedades fisiológicas y sus caractéres histológicos; difieren por el número, las redes, las conexiones, la *agrupacion*, en una palabra, que presenta una disposicion particular en el cerebro de cada especie.

En este punto el cerebro sigue la ley general, porque en todos los órganos, el elemento anatómico guarda caractéres fijos que le hacen reconocer; el perfeccionamiento orgánico consiste sobre todo en la agrupacion de estos elementos que en cada especie de animal ofrece una forma específica. Cada órgano sería, por lo tanto, en realidad un aparato cuyos elementos constitutivos quedan idénticos,

pero cuya agrupacion es más y más complicada á medida que la funcion misma se presenta más complexa.

Si consideramos, sin embargo, las condiciones orgánicas y fisico-químicas necesarias al sostenimiento de la vida y al ejercicio de las funciones, veremos que son las mismas en el cerebro que en todos los órganos.

La sangre obra sobre los elementos anatómicos de todos los tejidos llevándolos las condiciones de nutricion, de temperatura, de humedad que les son indispensables. Cuando la sangre afluye en menor cantidad á un órgano cualquiera, la actividad funcional se modera, y el órgano entra en reposo; pero si el flúido sanguíneo se suprime, las propiedades elementales del tejido se alteran poco á poco y al mismo tiempo se van acabando las funciones.

Sucede absolutamente lo mismo con las funciones del cerebro. Desde el momento que la sangre cesa de regarle, las propiedades nerviosas se agotan, y las funciones cerebrales acaban por desaparecer, si la anemia es completa. Una modi-

ficacion sencilla en la temperatura ó presión de la sangre, basta para producir desórdenes profundos en la sensibilidad, el movimiento ó la voluntad.

Todos los órganos del cuerpo nos ofrecen un estado alternativo de reposo y acción ó funcionalidad, en los que los fenómenos circulatorios son esencialmente distintos.

Observaciones numerosas, tomadas en diversos aparatos lo han puesto fuera de duda.

Cuando, por ejemplo, se examina el canal alimenticio de un animal, en algunos se encuentra la membrana mucosa que reviste la cara interna del estómago y de los intestinos pálida y poco vascularizada; durante la digestión, por el contrario, se ve la misma membrana muy colorada y tumefacta por la sangre que afluye con fuerza. Estas dos fases circulatorias, en el estado de reposo y en el estado de función, han podido comprobarse directamente en el estómago de un hombre vivo.

Todos los fisiólogos conocen la historia del jóven del Canadá, herido accidentalmente por un balazo de mosquete, casi á

boca de jarro, en el lado izquierdo (1). Estaba abierta la cavidad abdominal por una enorme herida contusa, y el estómago, anchamente perforado, dejaba salir los alimentos de la última comida. El enfermo fué cuidado por el Dr. Beaumont, cirujano del ejército de los Estados- Unidos; se curó, pero conservando una pequeña herida fistulosa de treinta y cinco á á cuarenta milímetros de circunferencia, á través de la que se podían introducir diferentes cuerpos é inspeccionar con facilidad lo que pasaba en el estómago. El Dr. Beaumont, queriendo estudiar este caso notable, tomó como criado á este jóven, cuya salud y facultades digestivas se habían restablecido por completo. Pudo tenerle en su servicio durante siete años, en los que hizo gran número de observaciones del mayor interes para la fisiología. Mirando el interior del estómago en ayunas se apercibía distintamente la membrana interna; formaba repliegues irregulares;

(1) V. Claudio Bernard, *Leçons de physiologie expérimentale appliquée á la médecine*.—Paris, 1856, tomo II, p. 382.

la superficie, de un rosa pálido, no estaba lubricada por el moco. En el momento en que las materias alimenticias penetraban por el estómago y tocaban á la membrana mucosa, se aceleraba la circulacion, se avivaba el color y se manifestaban movimientos peristálticos. Las papilas mucosas vertían entónces jugos gástricos, flúido claro y transparente, destinado á disolver los alimentos. Cuando se enjugaba con una esponja ó un paño el moco que recubría la membrana vellosa, se veía bien pronto reaparecer el jugo gástrico y presentarse en gotitas que rodaban á lo largo de las paredes del estómago como el sudor sobre la cara.

Lo que acabamos de exponer para el estómago sucede para todo el intestino y para todos los órganos glandulares anejos al aparato digestivo.

Las glándulas salivares, el pancreas, durante el intervalo de las digestiones, presentan un tejido pálido y exangüe, y las secreciones están enteramente en suspenso. Durante el período digestivo, por el contrario, estas mismas glándulas están llenas de sangre, rutilantes, como erec-

tiles, y sus conductos dejan correr en abundancia los líquidos segregados.

Es necesario, por lo tanto, reconocer en los órganos dos órdenes de circulación: uno la *circulación general*, conocida desde Harvey; otro las *circulaciones locales* descubiertas y estudiadas únicamente en estos últimos tiempos. En los fenómenos de circulación general, la sangre no hace nada más casi que atravesar las partes para pasar de las arterias á las venas; en los fenómenos de circulación local, que es la verdadera circulación funcional, el fluido sanguíneo penetra en todos los repliegues del órgano, y se acumula alrededor de los elementos anatómicos para depositar y excitar su modo particular de acción ó actividad.

El sistema nervioso sensitivo y vasomotor preside á todos los fenómenos de las circulaciones locales que acompañan á las funciones orgánicas; por esta razón la saliva se derrama cuando un cuerpo sávido viene á impresionar los nervios de la membrana mucosa de la boca, y el jugo gástrico se forma bajo la influencia del contacto de los alimentos con la su-

perficie sensible del estómago. Siempre esta excitacion mecánica sobre los nervios sensitivos viene á rechazar sobre el órgano por accion refleja, para ser reemplazado por una excitacion puramente psíquica ó cerebral.

Un sencillo experimento viene á dar la demostracion.

Tomando un caballo en ayunas, se descubre sobre el lado de la mandíbula el canal excretor de la glándula parótida, se divide este conducto y no sale nada; la glándula está en reposo. Si entónces se le pone delante avena, ó mejor, sin ponerle nada, se ejecuta una maniobra que haga creer al animal que se le va á dar el pienso, en el acto sale un chorro del conducto paratoideo al mismo tiempo que el tejido de la glándula se inyecta y se hace asiento de una circulacion más activa.

El Dr. Beaumont observó sobre su canadiense efectos análogos. La idea de una comida succulenta determinaba no solamente una llamada á la secrecion en las glándulas salivares, sino que provocaba un aflujo sanguíneo inmediato sobre la membrana mucosa del estómago.

Lo que acabamos de decir acerca de las circulaciones locales funcionales no se aplica solamente á los órganos secretores, en los que se opera una separacion de un líquido á la formacion del que debe en más ó ménos concurrir la sangre; se trata aquí de un fenómeno general que se observa en todos los órganos, cualquiera que sea su funcion.

El sistema muscular, que no produce nada más que un trabajo mecánico, está en el mismo caso que las glándulas, que obran químicamente. En el momento de la funcion del músculo la sangre circula con mayor actividad, actividad que se modera cuando el músculo está en reposo.

El sistema nervioso periférico, la médula espinal y el cerebro, que sirven para la manifestacion de los fenómenos de la inervacion y de la inteligencia, no escapan á esta ley, como vamos á verlo.

Las relaciones que existen entre los fenómenos circulatorios del cerebro y la actividad funcional de este órgano, han estado oscurecidas largo tiempo por opiniones erróneas acerca de las condiciones

del sueño, considerado justamente como el descanso cerebral.

Los antiguos creían que el estado del sueño era la consecuencia de una compresion ejercida sobre el cerebro por la sangre cuando la circulacion se enrarece. Suponían que esta presion se ejercía, sobre todo, en la parte posterior de la cabeza; en el sitio en que los senos frontales de la dura-madre vienen á abocarse en una confluencia comun, que se llama *prensa de Herófilo* del nombre del anatómico que dió la primera descripcion. Estas explicaciones hipotéticas se han transmitido hasta nuestros dias.

Hasta estos últimos años, en que la experimentacion ha venido á probar que es falso, ha subsistido el error. Se ha probado, en efecto, por experimentos directos, que el cerebro, durante el sueño, léjos de estar congestionado, está pálido y desangrado, al paso que durante la vigilia, la circulacion, siendo más activa, provoca una afluencia de sangre que está en relacion con la intensidad de las funciones cerebrales. Bajo este punto de vista, el sueño natural y el sueño anestésico del clo-

reiforme se parecen; en ambos casos el cerebro, estando en el mismo estado de reposo ó inaccion, presenta la misma palidez y la misma anemia relativa.

Hé aquí cómo se hace la experiencia:

En un animal, se levanta con cuidado una parte de la pared huesosa del cráneo y se descubre el cerebro hasta observar la circulacion en la superficie del mismo. Entónces se aplica el cloroformo para que se verifique la anestesia. En el primer período excitante de la accion del cloroformo, se ve congestionarse el cerebro y formar hernia en el exterior; pero cuando el período del sueño anestésico se presenta, la sustancia cerebral disminuye y palidece, presentando una debilidad en la circulacion capilar que dura tanto tiempo como el sueño ó el reposo cerebral.

Para observar el cerebro durante el sueño natural, se han hecho operaciones del trépano en varios perros, reemplazando la pieza huesosa que se quitó, por un cristal de reloj que se adaptaba perfectamente, con objeto de impedir la accion irritante del aire exterior. Los animales sobreviven perfectamente á esta operacion:

observando su cerebro por este medio, que puede considerarse como una ventana ó mirilla, lo mismo en la vigilia que durante el sueño, se convence uno que cuando el perro duerme, el cerebro está siempre más pálido, y que al despertar se observa mayor afluencia de sangre, porque las funciones cerebrales recobran su actividad.

Hechos análogos á los que se han observado en los animales se han observado y visto en el cerebro del hombre.

En un individuo, víctima de una catástrofe de un camino de hierro, se ha presentado ocasion de observar una pérdida considerable de sustancia. El cerebro aparecía en una extension de tres pulgadas de largo por seis de ancho. El herido presentaba grandes y frecuentes ataques de epilepsia y de coma, durante los que el cerebro se elevaba invariablemente. El sueño se apoderaba del herido despues de estos ataques y la hernia cerebral disminuía gradualmente. Cuando el enfermo estaba despierto, el cerebro se irritaba nuevamente hasta ponerse al nivel de la superficie externa del hueso

Después de la fractura del cráneo, se observó en otro herido la circulación cerebral mientras se le administraban los anestésicos. Al principio de la inhalación, la superficie cerebral se ponía arborescente é inyectada, aumentaba la hemorragia y las movimientos del cerebro, y después, en el momento de dormirse, la superficie del cerebro disminuía poco á poco por debajo de la abertura, poniéndose al propio tiempo pálida y anémica.

Resumiendo: el cerebro se somete á la ley comun que rige la circulación de la sangre en todos los órganos. Efecto de esta ley, cuando los órganos dormitan y las funciones están suspensas, es ménos activa la circulación; por el contrario, aumenta cuando la función se presenta. El cerebro, repito, no se exime de esta ley general como se creía, porque se ha probado hasta la evidencia que el sueño coincide, no con la congestión, sino, por el contrario con la anemia del cerebro.

Sin embargo, si buscamos las relaciones que pueden existir entre la actividad circulatoria de la sangre y el estado funcional de los órganos, veremos fácilmente

que esta afluencia más considerable del líquido sanguíneo está en relacion con una mayor intensidad en las metamorfosis químicas que se verifican dentro de los tejidos, así como un aumento en los fenómenos caloríficos, que son su consecuencia necesaria é inmediata.

La produccion del calor en los séres vivos es un hecho probado desde la más remota antigüedad; pero los antiguos tenían ideas equívocas sobre el origen del calor; creían era efecto de una potencia orgánica innata que residía en el corazon, haciendo hervir la sangre y las pasiones.

Posteriormente se consideró al pulmon como una especie de calorífero, en el que la masa de la sangre venía poco á poco á absorber el calor que la circulacion debía repartir por todo el cuerpo.

Los progresos de la fisiología moderna han probado que el localizar en absoluto las condiciones de la vida, son quimeras. Los manantiales del calor animal están en todas, y en ninguna parte, de una manera exclusiva. Sólo en virtud de la armonía funcional de los diversos órganos, es por lo que la temperatura permanece, ó

es igual, poco más ó ménos, en el hombre y los animales de sangre caliente. Existen, verdaderamente, tantos focos calóricos como órganos y tejidos particulares, y debemos, por lo tanto, relacionar la producción del calor con el trabajo funcional de los órganos. Cuando un músculo se contrae, cuando una superficie mucosa funciona, una glándula segrega, hay invariablemente producción de calor, al mismo tiempo que se produce mayor actividad en los fenómenos circulatorios locales (1).

¿Sucede lo mismo en el sistema nervioso y en el cerebro? Modernos experimentos no dejan lugar á la duda. Cada vez que la médula espinal y los nervios manifiestan la sensibilidad ó el movimiento; cada vez que un trabajo intelectual se verifica en el cerebro, se produce una cantidad de calor correspondiente. Debemos considerar el calor en la economía animal como un resultado del trabajo orgánico de las partes del cuerpo; pero al

(1) Véase Cl. Bernard. *Leçons sur la chaleur*. Paris 1876.,

mismo tiempo llega á ser el principio de la actividad de cada una de estas partes. Esta correlacion es, sobre todo, indispensable para el cerebro y el sistema nervioso, que tienen bajo su dependencia todas las demas acciones vitales. Los experimentos han demostrado que el tejido del cerebro presenta la temperatura más elevada de todos los órganos del cuerpo. En el hombre y en los animales de sangre caliente el cerebro produce él mismo el calor necesario para la manifestacion de sus propiedades de tejido. Si no fuera así, se enfriaría infaliblemente, y se vería inmediatamente todas las funciones cerebrales embotarse y desaparecer la inteligencia y la voluntad. Es lo que sucede en los animales de sangre fria, en los cuales la funcion de calorificacion no es suficiente para permitir á su organismo resistir las causas de enfriamiento exteriores.

III.

Con respecto á las condiciones orgánicas ó fisico-químicas de sus funciones, no nos presenta el cerebro nada de excepcional.

Si pasamos en nuestras investigaciones á la experimentacion fisiológica, veremos que llega á analizar los fenómenos cerebrales de la misma manera que los de todos los demas órganos.

El procedimiento experimental puesto en práctica más generalmente para determinar los fenómenos de los órganos, consiste en quitar ó destruirlos de una manera brusca ó lenta, con objeto de juzgar los usos del órgano por los desórdenes especiales que se producen en los fenómenos de la vida. Se ha aplicado en gran escala para el estudio de todo el sis-

tema nervioso (1), este procedimiento de destruccion ó de ablacion orgánica que constituye un método brutal de viviseccion.

De esta manera, cuando cortado un nervio pierden su sensibilidad las partes por las que se distribuye, deducimos que el nervio cortado era uno de los de la sensibilidad; y si es el movimiento el que desaparece, inferimos que se trataba de un nervio del movimiento.

El mismo método se ha empleado para conocer las funciones de las diversas partes del órgano encefálico, y aún cuando se ha tropezado aquí con nuevas dificultades de ejecucion por causa de la complejidad de las partes, ha suministrado este método resultados generales incontestables.

Generalmente se sabía que la inteligencia no era posible sin cerebro; pero la experimentacion ha precisado el papel que corresponde á cada una de las porciones del encéfalo. Nos enseña que la concien-

(1) Véase *Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux.* (Paris, 1858.)

cia ó la inteligencia, propiamente hablando, reside en los lóbulos cerebrales, en tanto que las partes inferiores del encéfalo encierran los centros nerviosos encargados de las funciones de orden inferior.

No es este el momento de describir el papel particular de estas diferentes especies de centros nerviosos que se superponen y escalonan, digámoslo así, hasta en la médula espinal; basta á nuestro propósito hacer constar que debemos este conocimiento al método de viviseccion por ablacion orgánica, que se aplica de una manera general á todas las investigaciones fisiológicas. En este punto el cerebro se conduce de la misma manera que los demas órganos del cuerpo; en el sentido de que cada lesion de su sustancia produce en sus funciones desórdenes característicos correspondientes siempre á la mutilacion producida.

Por medio de las lesiones cerebrales que produce, no se limita el fisiólogo á provocar parálisis locales que supriman la accion de la voluntad sobre ciertos aparatos orgánicos; puede tambien, rompiendo úni-

camente el equilibrio de las funciones cerebrales, producir la supresion de la libertad en los movimientos voluntarios. Por esta razon, hiriendo los pedúnculos cerebelosos y diversos puntos del encéfalo, puede el experimentador á voluntad hacer marchar á un animal á la derecha, á la izquierda, atras ó adelante, ó hacerle girar, bien en un movimiento de picadero, bien en un movimiento de rayo de rueda. La voluntad del animal persiste, pero no es libre para dirigir sus movimientos. A pesar de los esfuerzos de su voluntad, va fatalmente en el sentido que determina la lesion orgánica.

Los patólogos han señalado en el hombre hechos análogos en gran número. Las lesiones de los pedúnculos cerebelosos determinan en el hombre, como en los animales, los movimientos de rotacion. Otros animales no podían ir sino en línea recta. Por una cruel ironía, un valiente general no podía andar sino reculando. La voluntad, que parte del cerebro, no se ejerce, por lo tanto, sobre nuestros órganos locomotores en sí mismos; se ejerce sobre los centros nerviosos secundarios,

que deben ponderarse por un equilibrio fisiológico perfecto.

Hay otro método experimental más delicado, que consiste en introducir en la sangre sustancias tóxicas diversas, destinadas á llevar su acción sobre los elementos anatómicos de los órganos en su puesto y conservados en su integridad.

Por medio de este método se pueden apagar aisladamente las propiedades de ciertos elementos nerviosos y cerebrales de la misma manera que se aíslan también los demás elementos musculares ó sanguíneos.

Los anestésicos, por ejemplo, hacen desaparecer la conciencia y embotan la sensibilidad, dejando la motilidad intacta (1).

El curare, por el contrario, destruye la motilidad y deja en su integridad la sensibilidad y la voluntad; los venenos del corazón abolen la contractilidad muscular; el óxido de carbono destruye la propiedad oxidante del glóbulo sanguíneo sin modi-

(1) Véase Claude Bernard, *Leçons sur les anesthésiques et la asphyxie*. Paris, 1875.

ficar en nada las propiedades nerviosas (1).

Como se ve, por este método de análisis ó investigacion elemental de las propiedades orgánicas, pueden atacarse el cerebro y los fenómenos de que es asiento, de la misma manera que todos los demas aparatos funcionales del cuerpo.

Por último, hay un tercer medio de análisis ó experimentacion que se podría llamar el de los experimentos por reintegracion.

Este método reúne casi el análisis y la síntesis fisiológica, nos permite establecer por prueba y contra-prueba las relaciones que unen la funcion á su órgano en las manifestaciones cerebrales.

Cuando se quita el cerebro en los animales inferiores se suprime necesariamente la funcion del órgano; pero la persistencia de la vida en los séres permite al cerebro reformarse; y á medida que se regenera el órgano, se ven aparecer sus funciones.

(1) Véase Claude Bernard, *Leçons sur les effets des substances toxiques*. Paris, 1857.

Este mismo experimento puede hacerse igualmente con éxito en los animales superiores, como las aves, en los que la inteligencia está más desarrollada.

Habiendo quitado á un pichon, por ejemplo, los lóbulos cerebrales, el animal pierde inmediatamente los sentidos y la facultad de ir á buscar su comida. Sin embargo, si se le introduce la comida al animal puede sobrevivir, porque las funciones nutritivas han quedado intactas, tanto cuanto se han respetado sus centros nerviosos especiales. Poco á poco se regenera el cerebro con sus elementos anatómicos propios, y á medida que se regenera aparece el uso de los sentidos y recobra el animal la inteligencia. En este punto, y tengo gusto en repetirlo, el experimento ha sido completo; en cierto modo ha habido análisis y síntesis de la función vital, puesto que la destrucción sucesiva de las diversas partes del cerebro ha suprimido sucesivamente sus distintas manifestaciones funcionales, y la reproducción sucesiva de estas mismas partes ha hecho reaparecer estas mismas manifestaciones.

Inútil es añadir que lo mismo sucede en todas las demas partes del cuerpo susceptibles de reintegracion.

Las enfermedades que en realidad no son nada más que perturbaciones vitales traídas por la naturaleza, en lugar de ser provocadas por la mano del fisiólogo, afectan el cerebro siguiendo las leyes ordinarias de la patología, es decir, produciendo perturbaciones funcionales que están siempre en relacion con la naturaleza y el sitio de la lesion. En una palabra, el cerebro tiene su autonomía con el mismo derecho que todos los órganos de la economía, y la patología cerebral tiene su sintomatología especial, como la de los demas órganos.

En la enajenacion mental vemos los desórdenes más extraordinarios de la -razon, cuyo estudio es una mina inagotable donde pueden beber el fisiólogo y el filósofo; pero las diversas formas de la locura y del delirio no son más que desequilibrios de la funcion normal del cerebro, y estas alteraciones de las funciones están en el órgano cerebral, como en los demas, unidas á las alteraciones anatómicas per-

manentes. Si en muchísimos casos no se conocen todavía, es preciso culpárselo á la imperfeccion de nuestros medios de investigacion.

Por otra parte, ¿no vemos ciertos venenos, como el opio y el curare, paralizar los nervios y el cerebro sin que pueda descubrirse alteracion alguna visible en el cerebro y en la sustancia nerviosa? Sin embargo, tenemos la seguridad de que estas alteraciones existen, porque admitir lo contrario sería admitir un efecto sin causa. Cuando ha dejado de obrar el veneno, vemos desaparecer los desórdenes intelectuales y reaparecer el estado normal. Lo mismo sucede cuando se curan las lesiones patológicas: cesan los desórdenes de la inteligencia y se recobra la razon.

La patología nos proporciona en esto una especie de síntesis y de análisis funcional, como se observa en los experimentos de reintegracion. La enfermedad suprime, en efecto, más ó ménos completamente la funcion, alterando de una manera más ó ménos completa la textura del órgano, y la curacion resti-

tuye la función restableciendo el estado normal.

Si las manifestaciones funcionales del cerebro han sido las primeras que han llamado la atención de los filósofos, serán indudablemente las últimas que explicará el fisiólogo. Los progresos de la ciencia moderna pensamos que permiten hoy abordar la fisiología del cerebro; pero antes de entrar en el estudio de las funciones cerebrales, es preciso estar completamente de acuerdo sobre el punto de partida. Aquí sólo hemos querido fijar un término del problema y demostrar que es preciso renunciar á la opinión que el cerebro es una excepción en el organismo, que es el *substratum* de la inteligencia y no su órgano. Esta idea no es sólo una concepción equivocada, sino también una concepción anticientífica, perjudicial al progreso de la fisiología y de la psicología. En efecto, ¿cómo se comprende que un aparato cualquiera del dominio de la naturaleza bruta ó viviente pueda ser asiento de un fenómeno sin ser su instrumento? Indudablemente se vive bajo la influencia de ideas preconcebidas en la

cuestion de las funciones cerebrales, y se combate la solucion por argumentos de partido. Unos no quieren admitir que el cerebro sea el órgano de la inteligencia, porque temen verse comprendidos por esta concesion en el partido materialista; otros, por el contrario, se enorgullecen colocando arbitrariamente la inteligencia en una célula nerviosa, redonda ó fusiforme, para que no se los tache de espiritua-
listas.

No nos preocuparemos nosotros por estos temores. La fisiología nos demuestra que, salvo la diferencia y la complejidad más grande de los fenómenos, el cerebro es el órgano de la inteligencia, con el mismo derecho que el corazon es el órgano de la circulacion, y la laringe es el órgano de la voz. Por todas partes vemos relacion necesaria entre los órganos y sus funciones; es un principio general del que no puede sustraerse ningun órgano del cuerpo.

La fisiología, pues, debe, siguiendo el ejemplo de las ciencias más avanzadas, desprenderse de los entorpecimientos filosóficos que dificultarían su marcha; su mi-

sion es buscar la verdad con calma y confianza, su objeto establecerla de una manera imperecedera, sin temer jamás la forma en que pueda presentarse.

15 Marzo de 1872.

no se puede la verdad con calma y con-
fianza, en objeto escabroso de una ma-
nera impetiva, sin tener jamás la
forma en que pueda ser entera.

El castaño es un árbol de hoja caduca,
que florece en mayo y junio, y sus
frutos maduran en octubre y noviembre.

El castaño es un árbol de hoja caduca,
que florece en mayo y junio, y sus
frutos maduran en octubre y noviembre.

El castaño es un árbol de hoja caduca,
que florece en mayo y junio, y sus
frutos maduran en octubre y noviembre.

El castaño es un árbol de hoja caduca,
que florece en mayo y junio, y sus
frutos maduran en octubre y noviembre.

El castaño es un árbol de hoja caduca,
que florece en mayo y junio, y sus
frutos maduran en octubre y noviembre.

El castaño es un árbol de hoja caduca,
que florece en mayo y junio, y sus
frutos maduran en octubre y noviembre.

El castaño es un árbol de hoja caduca,
que florece en mayo y junio, y sus
frutos maduran en octubre y noviembre.

El castaño es un árbol de hoja caduca,
que florece en mayo y junio, y sus
frutos maduran en octubre y noviembre.

El castaño es un árbol de hoja caduca,
que florece en mayo y junio, y sus
frutos maduran en octubre y noviembre.

El castaño es un árbol de hoja caduca,
que florece en mayo y junio, y sus
frutos maduran en octubre y noviembre.

DISCURSO DE RECEPCION

EN LA ACADEMIA FRANCESA ¹.

SEÑORES :

Al dispensarme el honor de sentarme entre vosotros, vuestra indulgencia me inspira un sentimiento de reconocimiento, tanto más vivo, que la idea misma de mi insuficiencia literaria no puede venir á turbarle. Es al hombre de ciencia al que habeis elegido, y vuestros previsores presagios han querido honrar en mí la Academia á que pertenezco, y perpetuar la union de las ciencias y las letras, á que os

(1) Habiendo sido elegido Claudio Bernard para la Academia Francesa en la vacante por muerte de M. Flourens, pronunció este discurso al recibirse de académico en la sesion de 27 de Mayo de 1869.

habeis consagrado por una constante tradicion.

Con razon se dice que las letras son las hermanas mayores de las ciencias. Por la ley de evolucion intelectual los pueblos produjeron sus poetas y sus filósofos, ántes de formar sus sabios. En este desarrollo progresivo de la humanidad, la poesía, la filosofía y las ciencias expresan las tres fases de nuestra inteligencia, pasando sucesivamente por el sentimiento, la razon y la experimentacion; pero para que sea nuestro conocimiento completo, es necesario, además, que se verifique una elaboracion en sentido inverso, y que el experimento, remontándose de los hechos á su causa, venga á su vez á esclarecer nuestro espíritu, depurar nuestro sentimiento y fortificar nuestra razon. Todo esto prueba que las letras, la filosofía y las ciencias deben unirse y confundirse en la investigacion de las mismas verdades; porque si en el lenguaje de las escuelas se separa, bajo el nombre de *ciencias del espíritu*, las letras y la filosofía, de las ciencias propiamente dichas, que se llaman *ciencias de la naturaleza*, sería un

error creer que existen, por esto, dos órdenes de verdades distintas ó contradictorias, unas filosóficas ó metafísicas, otras científicas ó naturales. No; no puede haber en el mundo nada más que una sola y única verdad, y esta verdad entera y absoluta, que el hombre persigue con tanto ardor, no será nada más que el resultado de una penetracion recíproca y de un acuerdo definitivo de todas las ciencias, ya que tengan su punto de partida en nosotros, en el estudio de los problemas del espíritu humano, ya que tengan por objeto la interpretacion de los fenómenos de la naturaleza, que nos rodean.

Primero han debido manifestarse las ciencias del espíritu, y por esta razon fueron las primeras á reinar en el mundo; pero en la actualidad, en su gigantesco vuelo, las ciencias de la naturaleza remontan hasta aquellas, y quieren penetrarlas aclarándolas por la experimentacion.

La fisiología, que explica los fenómenos de la vida, casi constituye una ciencia intermedia, que arraiga en las ciencias físicas de la naturaleza y eleva sus

ramas hasta las ciencias filosóficas del espíritu. Parece, por lo tanto, destinada á formar el lazo de union entre los dos órdenes de ciencias, teniendo su punto de apoyo sólido en las primeras, y dando á las últimas el sosten necesario que les es indispensable. Hé aquí por qué los progresos rápidos y brillantes de la fisiología contemporánea excitan un interes general y llaman más y más la atencion seria de los filósofos y de todos aquellos que, como vosotros, señores, viven en las altas regiones del pensamiento y del espíritu. A esta circunstancia dichosa debo, sin duda alguna, la distincion de haber sido elegido por vosotros de entre mis compañeros. Habeis perdido un eminente fisiólogo, un académico célebre, y habeis pensado que admitiendo entre vosotros un hombre dedicado al cultivo de la misma ciencia, rendíais un homenaje más brillante á la memoria de aquel cuya pérdida llorais. Pero si me explico de esta manera el honor insigne que me haceis, temo, por otra parte, no responder cumplidamente á lo que de mí esperais; siento, tal vez mejor que nadie, las dificultades de juzgar y



elogiar cual se merece delante de vosotros, á mi ilustre predecesor.

M. Flourens (Marie-Jean-Pierre), nació en Maureilhan, distrito municipal de Béziers (Herault), el 13 de Abril de 1794.

Dotado felizmente por la inteligencia y llevando en el corazon el aguijon de la gloria, la naturaleza le hizo nacer bajo un cielo predestinado, porque el distrito de Béziers ha tenido la fortuna extraordinaria de contar sucesivamente cinco de sus hijos entre vosotros; y como si una mano invisible hubiera querido trazar más cerca al jóven Flourens su camino, colocó su cuna bajo el mismo techo en que había nacido Dortous de Mairan, al cual debía con un siglo de distancia por medio, sustituir en los dos puestos académicos; primero en la Academia de Ciencias como secretario perpetuo, luégo en la Academia Francesa.

Desde su infancia se había hecho notar M. Flourens por la energía de su voluntad y las cualidades innatas de su ánimo: una curiosidad intelectual insaciable, el deseo y la investigacion de lo bello y distinguido, una admiracion entusiasta

por los hombres superiores; hé aquí los rasgos principales de aquel carácter de una madurez precoz.

Llegado á Paris en 1814, le introdujo cerca de Georges Cuvier, y le colocó inmediatamente en el foco científico de aquel tiempo una carta del célebre botánico Augusto-Pyr de Candolle, su antiguo maestro, en la escuela de medicina de Montpellier. En este nuevo medio, su ardiente trabajo, su buena conducta y la completa conveniencia de sus maneras, llamaron la atención sobre él y le conciliaron altas protecciones. Huía los tumultos del mundo frívolo que alejan de la ciencia; pero buscaba en todas partes la sociedad de los hombres célebres, y en algunos salones en que se reunían mujeres eminentes y grandes sabios, supo encontrar la atmósfera que convenía á su espíritu á la vez serio y delicado.

En ménos de diez años, Flourens fué miembro de la Academia de Ciencias, profesor en el Museo de Historia Natural, uno de los autores del *Journal des Savants* y secretario perpetuo de la Academia de Ciencias. En 1840 llegó al apogeo su re-

putacion y recibía su consagracion más gloriosa; fué elegido miembro de la Academia Francesa. Desde este momento su horizonte fisiológico ensanchado irradió más particularmente hácia el mundo literario y hácia la filosofía.

M. Flourens fué un autor fecundo, sus publicaciones son considerables y abrazan un período de cerca de medio siglo. No reseñaremos todas sus experiencias fisiológicas; fueron numerosas y en este género de trabajos se mostró fisiólogo hábil, uniendo siempre los recursos de un talento ingenioso á los extensos puntos de vista de un generalizador (1). Pero á partir de 1841, se eleva por encima de esta

(1) Flourens, *Recherches sur le développement des os et des dents*. Paris, 1841, in 4.º, avec 12 pl.—*Recherches expérimentales sur les fonctions et les propriétés du système nerveux dans les animaux vertébrés*. 2º edit. Paris, 1842, in 8.º.—*Anatomie générale de la peau et des membranes muqueuses*. Paris, 1843, in 4.º, avec 6 pl.—*Mémoires d'anatomie et de physiologie comparées*. Paris, 1844, grand in 4.º, avec 8 pl.—*Théorie expérimentale de la formation des os*. Paris, 1847 in 8.º, avec 7 pl.—*Cours de physiologie comparée. De l'ontologie ó Etude des êtres*. Paris, 1856.

esfera puramente fisiológica, y emprende la publicacion de una serie de tratados que llama sus obras filosóficas, científicas y literarias.

La apreciacion que M. Flourens ha dado de los trabajos y de las ideas de sabios ilustres ha contribuido mucho á la popularidad que se conquistó. Tratando de las obras de Fontenelle, por el cual tenía una marcada predileccion, le consideró sucesivamente como filósofo y como historiador de la Academia de Ciencias, y expuso con este motivo de una manera clara y rápida los principios de la filosofía experimental. En sus escritos acerca de la *Histoire des travaux de Georges Cuvier*, sobre la *Histoire des travaux et des idées de Buffon*, M. Flourens se hace el vulgarizador afortunado de las ideas y de los trabajos de estos dos grandes genios que, como él dijo, se completan y se comprenden el uno con el otro. En sus *Eloges académiques*, el ilustre escritor y secretario perpetuo se muestra siempre cuidadoso de la dignidad y de los intereses de la Academia, queriendo, segun su expresion, escribir la historia de las cien-

cias escribiendo la historia de los académicos.

No buscamos dar á conocer á M. Flourens por el análisis de sus obras numerosas y variadas; nos reduciremos de preferencia á sus experimentos originales acerca del sistema nervioso; son el rasgo más saliente de sus investigaciones fisiológicas, y forman al propio tiempo la base de todos sus estudios filosóficos.

Había, en 1822, Magendie establecido, por medio de experimentos decisivos, la distinción fundamental de los nervios motores y sensitivos de la médula espinal; poco más ó menos por la misma época M. Flourens presentó á la Academia de Ciencias sus investigaciones experimentales acerca del cerebro; hicieron sensación en el mundo científico, y valieron á su jóven autor un memorable informe del ilustre Cuvier. Había tenido Gall (1) el mérito de relacionar las cualidades morales

(1) Gall, *Sur les fonctions du cerveau*. Paris, 1825.
Gall y Spurzheim, *Anatomie et physiologie du système nerveux en général et du cerveau en particulier*. Paris. 1810-1819, 4 vol., avec 100 pl.

al mismo asiento, al mismo órgano que las facultades intelectuales; había relacionado la locura al mismo asiento que la razón, de la que no es nada más que un desórden. Pero al lado de este rasgo de genio, como le llamaba Flourens, se encontraban graves errores. Fundándose únicamente sobre la anatomía comparada, Gall creyó que las facultades intelectuales estaban repartidas en toda la masa cerebral, y sobre este error se fundó el sistema de las localizaciones frenológicas. M. Flourens estableció que la inteligencia estaba concentrada, por el contrario, en las partes más elevadas del cuerpo, y por sus experimentos probó que la ablacion de los hemisferios cerebrales bastaba para hacer desaparecer todas las manifestaciones espontáneas del instinto y de la inteligencia.

Partiendo de estos datos experimentales, abordó en seguida M. Flourens sus estudios de psicología comparada acerca del instinto y de la inteligencia de los animales; quiere, y con razón, que la psicología abrace todo el conjunto de los fenómenos intelectuales en toda la serie ani-

mal y no la inteligencia humana exclusivamente.

¡Qué espectáculo más admirable que la manifestacion de la inteligencia desde la aparicion de sus primeros vestigios hasta su completo desarrollo, manifestacion graduada, en la que el fisiólogo ve las diversas formas de las funciones nerviosas y cerebrales analizarse á sí mismas, por decirlo así, y repartirse en los diferentes animales segun el grado de su organizacion! Al principio, en los grados inferiores, las manifestaciones instintivas, oscuras é inconscientes; bien pronto la inteligencia consciente apareciendo en los animales de órden más elevado; por último, en el hombre, la inteligencia alumbrada por la razon, dando nacimiento al acto racionalmente libre, acto el más misterioso de la economía animal, y áun puede ser que de la naturaleza entera.

Se han mirado en todos los tiempos las manifestaciones de la inteligencia como fenómenos impenetrables; pero á medida que avanza la fisiología ensancha sus miradas más allá, lleva su vista más léjos. En la actualidad, despues de localizar,

quiere explicar. No se limita á determinar en los órganos el asiento preciso de las funciones; desciende en los elementos mismos de la materia viviente; analiza las propiedades y deduce la explicacion de los fenómenos de la vida al descubrir las condiciones de su manifestacion.

No puedo pensar el entrar en este momento en los áridos detalles de la anatomía y de la fisiología del cerebro; sin embargo, creo me permitireis exponer, si quiera sea rápidamente, algunos hechos y algunas ideas que sirven como de jalones y de hilos conductores á la fisiología moderna, en las sinuosidades todavía tan oscuras de los fenómenos de la inteligencia.

Establece desde luégo claramente la fisiología que la conciencia tiene su asiento exclusivamente en los lóbulos cerebrales; pero en cuanto á la inteligencia misma, si se la considera de una manera general como una fuerza que armoniza los distintos actos de la vida, los arregla y los apropia para su objeto, los experimentos fisiológicos nos demuestran que esta fuerza no está concentrada en el órgano cerebral

superior únicamente, y que reside, por el contrario, en diversos grados en una multitud de centros nerviosos inconscientes, escalonados en todo el eje cerebro-espinal, y pudiendo obrar de una manera independiente, áun cuando coordinados y subordinados jerárquicamente los unos á los otros.

En efecto, la sustraccion de los lóbulos cerebrales en un animal superior hace desaparecer la conciencia, dejando subsistir todas las funciones del cuerpo cuyos centros nerviosos coordinadores se hayan respetado. Continúan ejecutándose regularmente y sin interrupcion las funciones de la circulacion, de la respiracion, pero cesan desde el momento en que se quita el centro general que las rige. Se trata, por ejemplo, de detener la respiracion, y se obra sobre el centro respiratorio que está colocado en la médula oblongada. M. Flourens ha circunscrito este centro con una escrupulosa prevision y le dió el nombre de *nudo vital*, porque su destruccion va inmediatamente seguida de la cesacion de las manifestaciones de la vida en los organismos superiores. La diges-

tion suspendida únicamente, no destruída. Privado el animal de la conciencia y de la percepcion, no tiene el uso de sus sentidos, y ha perdido por consecuencia la facultad de buscar su comida; pero si se suple, llevando la materia alimenticia hasta el fondo de la faringe, esta facultad, se efectúa la digestion, porque está intacta la accion de los centros nerviosos digestivos.

Un animal desprovisto de sus lóbulos cerebrales no tiene la facultad de moverse espontánea y voluntariamente; pero si se sustituye á la influencia de su voluntad otra excitacion, se asegura que los centros nerviosos coordinadores de los miembros han conservado su integridad. De esta manera se explica el hecho extraño y bien conocido de una rana decapitada que separa con su pata la pinza que le hace sufrir. No se podría admitir que este movimiento, tan apropiado á su objeto, sea un acto voluntario del cerebro; está evidentemente bajo la dependencia de un centro que, asentado en la médula espinal, puede funcionar, tanto bajo la influencia central del sentido íntimo y de la volun-

tad, como bajo la influencia de una sensación exterior ó periférica.

Cada función del cuerpo posee de esta manera un centro nervioso especial, verdadero cerebro inferior, cuya complejidad corresponde á la de la función en sí misma. Estos son los *centros orgánicos ó funcionales*, que no se conocen todos aún, y de los que la fisiología experimental cada día aumenta el número. En los animales inferiores estos centros nerviosos constituyen el sistema nervioso por sí solos; en los organismos elevados forman ántes los centros superiores y presiden á las funciones orgánicas importantes, á las que la naturaleza, por prudencia, según la expresión de un filósofo alemán, no ha querido confiar su cuidado á la voluntad.

Por debajo de los centros nerviosos funcionales, inconscientes, vienen á colocarse los centros intuitivos, propiamente dichos. Son el asiento de facultades innatas igualmente, cuya manifestación, aun cuando consciente, es involuntaria, irresistible y de todo punto independiente de la experiencia adquirida. Gall ha insistido mucho sobre los hechos de este géne-

ro, y nosotros podemos tener ejemplos todos los dias á nuestra vista. El pato que ha incubado una gallina y que se arroja al agua al salir de su concha, nada sin haber aprendido ni de su madre ni de la experiencia. La vista del agua únicamente ha bastado para despertar su instinto. Se sabe tambien la historia contada por Flourens, segun Fr. Cuvier, de un jóven castor, aislado en el momento de su nacimiento, y que despues de cierto tiempo comenzó á construir su ingeniosa morada.

Hay, por lo tanto, inteligencias innatas; se las designa bajo el nombre de *instintos*. Estas facultades inferiores de los centros nerviosos funcionales y de los centros instintivos son invariables é incapaces de perfeccionamiento; están impresas de antemano en una organizacion acabada é inmutable y se traen concluidas al nacer, sea como condiciones inmediatas de realidad, sea como medios de adaptacion á ciertos modos de existencia necesarios para asegurar el sostenimiento y la fijeza de las especies.

Pero sucede todo de una manera muy distinta con las facultades intelectuales

superiores; los lóbulos cerebrales, que son el asiento de la conciencia, no terminan su desarrollo y no empiezan á manifestar sus funciones sino despues del nacimiento. Debía suceder de esta manera; porque si el organismo cerebral estuviera acabado en el recién nacido, la inteligencia superior estaría cerrada como los instintos, en tanto que queda, por el contrario, abierta á todos los perfeccionamientos, y á todas las nuevas nociones que se adquieren por la experiencia de la vida. Así vemos, á medida que se establecen las funciones de los sentidos y del cerebro, aparecer, en este último, centros nerviosos funcionales é intelectuales, de nueva formación, realmente adquiridos por el hecho de la educación.

Designaremos bajo el nombre de *centros* las masas nerviosas que sirven de intermediario á los puntos de llegada de los nervios de la sensación y á los puntos de partida de los nervios del movimiento. En esta sustancia de soldadura, que se organiza más tardíamente, es donde el ejercicio de la función viene á herir y establecer, por decirlo así, las vías de co-

municacion de los nervios que deben corresponderse fisiológicamente.

El centro nervioso de la palabra es el primero que vemos trazarse en el niño. El sentido del oído es su punto de partida necesario; si falta el órgano auditivo el centro del lenguaje no se forma, y el niño que nació sordo, queda mudo. En la educacion de los órganos de la palabra, se establece, por lo tanto, entre la sensacion auditiva y el movimiento vocal un verdadero circuito nervioso, que une los dos fenómenos para un objeto funcional comun. Al principio balbucea, y únicamente por el hábito y con la ayuda del ejercicio largo tiempo repetido, se aseguran los movimientos y la comunicacion central de los nervios se hace fácil y completa. Sin embargo, únicamente con la edad puede imprimirse la funcion definitivamente en la organizacion: un niño pequeño que cesa de oír hablar, pierde, poco á poco, la facultad de hablar que había adquirido y se vuelve mudo, en tanto que á un hombre adulto, colocado en las mismas condiciones, no le sucede lo mismo, porque en él el centro de la palabra está fijo y con-

cluido el desarrollo cerebral. Desde este momento, las funciones de este centro adquirido se hacen involuntarias, como si fueran innatas, y es muy de notar que los actos intelectuales que hemos expuesto no alcanzan realmente toda la perfeccion de que son susceptibles, sino cuando el hábito los ha impreso en nuestra organizacion, y los ha hecho independientes casi de la inteligencia que los formó y de la atencion que los dirigió. En el orador la palabra es como instintiva, y se ve en el músico ejercitado, ejecutar los dedos por sí mismos los trozos más difíciles, sin que la inteligencia, con frecuencia distraida por otros pensamientos, tome ninguna parte.

Entre todos los centros nerviosos adquiridos, el de la palabra es sin duda alguna el más importante; nos permite comunicar directamente con los demás hombres, y abre á nuestro ánimo los horizontes más extensos. Un célebre médico de la institucion de sordo-mudos, Itard (1),

(1) Itard, *Traité des maladies de l'oreille et de l'audition*, 2^o edit. Paris, 1842.

nos ha pintado el estado intelectual y moral de los hombres á quienes un mutismo congénito deja reducidos á su propia experiencia. No solamente sufren una verdadera retrogradacion intelectual y moral que los lleva casi á los primeros tiempos de las sociedades, sino que su espíritu, en parte cerrado á las nociones que nos llegan por los sentidos, no puede desarrollarse. Su alma, inaccesible á las ideas que excitan la imaginacion y elevan los pensamientos, queda con frecuencia muda y silenciosa, porque no comprende las delicadezas del sentimiento, que la misma palabra no llega por impotencia á expresar con todos sus detalles y delicados matices. El silencio es elocuente, se ha dicho; sí, es elocuente en aquellos que saben hablar y para aquellos que, estando iniciados en todas las emociones del corazon, sienten que pasa en ellos algo que no pueden expresar con palabras.

Pero no son únicamente los movimientos de nuestros órganos exteriores los que se hacen automáticos; la formacion de nuestras ideas está sometida á la misma ley, y cuando una idea ha atravesado el



cerebro durante cierto tiempo, se graba y se fragua un centro y queda como idea innata.

En este caso la fisiología viene, por lo tanto, á justificar el sentimiento del poeta latino, demostrando que, durante la menor edad, el cerebro, en vías de desarrollo, es semejante á la cera blanda, apto para recibir todas las impresiones que se le comuniquen, como el brote joven del árbol, que toma igualmente todas las direcciones que le imprimen. Más adelante, cuando la organizacion está más avanzada, las ideas y los hábitos están, como si dijéramos, enraizados, y no somos dueños ni de hacer desaparecer inmediatamente las viejas impresiones ni de formar las nuevas.

La organizacion nerviosa del hombre se relaciona en definitiva á cuatro órdenes de centros: los centros funcionales, los primeros en formarse, todos inconscientes y desprovistos de espontaneidad; los centros instintivos, conscientes y dotados de manifestaciones irresistibles y fatales; los centros intelectuales, adquiridos de una manera voluntaria y libres,

pero convirtiéndose por el hábito más ó ménos automáticos é involuntarios. Por último, en el vértice de todas estas manifestaciones se encuentra el órgano cerebral superior del sentido íntimo, al que todo viene á confluir. En este centro de la unidad intelectual es donde aparece la conciencia, que, alumbrándose sin cesar con las luces de la experiencia de la vida, tiende á debilitar, por medio del desarrollo progresivo de la razon y de la voluntad, las ciegas é irresistibles manifestaciones del instinto.

No olvidaremos que nuestros principales conocimientos acerca del asiento de la conciencia los debemos á los experimentos de M. Flourens, y recordaremos además que la ablacion de los lóbulos cerebrales apaga de repente, como de un soplo, la antorcha luminosa de la inteligencia y de la espontaneidad; la vida, separada de la conciencia, puede, sin duda alguna, continuar; pero en este caso los centros nerviosos inferiores, sumidos en la oscuridad, no son capaces sino para los actos involuntarios y puramente automáticos.

Esto sentado, ¿qué idea se formará el

fisiólogo acerca de la naturaleza de la conciencia?

Debe mirarla primeramente como la expresion suprema y final de cierto conjunto de fenómenos nerviosos é intelectuales, porque la inteligencia consciente, superior siempre, aparece la última, sea en el desarrollo de la serie animal, sea en el desarrollo del hombre. Pero, ¿cómo concebir en esta evolucion la formacion del sentido íntimo y el paso, por graduado que sea, de la inteligencia inconsciente á la inteligencia consciente? Es un desarrollo orgánico natural y una intensidad creciente de las funciones cerebrales que hace brotar la chispa de la conciencia, que permanece en el estado latente hasta el momento en que una organizacion bastante perfeccionada pueda permitir su manifestacion; y por esta razon vemos presentarse la conciencia tanto más luminosa, más activa y más libre, cuanto que pertenece á un organismo más elevado, más complejo, es decir, que co-existe con aparatos intelectuales inconscientes más numerosos y más variados. Admitiendo que la ciencia viene á confir-

mar estas opiniones, no comprenderíamos por esto mejor, bajo el punto de vista fisiológico, la esencia de la conciencia, que comprendemos bajo el punto de vista químico la esencia del fuego ó de la llama. El fisiólogo no debe detenerse por el momento en estas interpretaciones; le basta saber que los fenómenos de la inteligencia y de la conciencia, por desconocidos que le sean en su esencia, por extraordinarios que se nos aparezcan, exigen para manifestarse condiciones *orgánicas* ó *anatómicas*, condiciones *físicas* ó *químicas* que son accesibles á sus investigaciones, y en estos límites exactos circunscribe el fisiólogo su dominio.

En todas partes comprobamos una correlacion rigurosa entre la intensidad de los fenómenos físicos y químicos y la actividad de los fenómenos de la vida; por esta razon nos es posible, obrando sobre los primeros, modificar los segundos y arreglarlos á nuestro antojo. De la misma manera que los demas fenómenos vitales, se desarreglan las manifestaciones intelectuales, se debilitan, apagan ó reaniman por sencillas modificaciones sobre-

venidas en las propiedades físicas ó químicas de la sangre; basta viciar este líquido nutricio, introduciendo anestésicos ó ciertas sustancias tóxicas, para hacer bien pronto desaparecer en seguida la conciencia ó dar nacimiento al delirio. Para manifestarse el pensamiento libre exige la armónica reunion en el cerebro de todas estas condiciones físicas y químicas. ¿Cómo comprender, en efecto, la locura que suprime la libertad, si no se la considera como desórden sobrevenido en estas condiciones?

La tendencia de la fisiología moderna está bien caracterizada; quiere explicar los fenómenos intelectuales con igual derecho que los demas fenómenos de la vida; y si reconoce, con razon, que hay lagunas más considerables en nuestros conocimientos, relativamente á los mecanismos funcionales de la inteligencia, no admite por esto que estos mecanismos sean, por su naturaleza, ni más ni ménos inaccesibles á nuestra investigacion que los demas actos vitales.

En esta cuestion, como en todas, las propiedades materiales de los tejidos cons-

tituyen los medios necesarios para la expresion de los fenómenos vitales; pero en ninguna parte estas propiedades pueden darnos la razon primera de la funcionalidad de los aparatos. La fibra del músculo no nos explica, por la propiedad que tiene de acortarse, nada más que el fenómeno de la contraccion; pero esta propiedad de la contractilidad, que siempre es la misma, no nos enseña por qué existen aparatos motores distintos, contruidos unos para producir la voz, otros para efectuar la respiracion, etc.; y desde luégo, ¿no encontraríamos ridículo y absurdo decir que las fibras musculares de la lengua y las de la laringe tienen la propiedad de hablar ó cantar, y las del diafragma la de respirar? Lo mismo sucede para las fibras y células del cerebro; tienen propiedades generales de inervacion y de conductibilidad; pero no sería lógico, por esta razon, atribuirles la propiedad de sentir, de pensar y de querer.

Es preciso, por lo tanto, guardarse bien de confundir las propiedades de la materia con las funciones que tienen que cumplir. Las propiedades de la materia sólo

explican los fenómenos especiales que se derivan directamente. En las obras de la naturaleza y en las del hombre, las propiedades materiales no quedan aisladas; están agrupadas en los órganos y en los aparatos que las coordinan al objeto final de la función.

En una palabra: existe en todas las funciones del cuerpo viviente, sin excepción, un lado ideal y un lado material. El lado ideal de la función se relaciona por su forma á la unidad del plan de creación ó de construcción del organismo, en tanto que responde su lado material, por su mecanismo, á las propiedades de la materia viviente. Los tipos de las formaciones orgánicas ó funcionales de los seres vivientes están desarrollados y construidos bajo la influencia de fuerzas que les son especiales; las propiedades de la materia organizada se arreglan todas, por el contrario, bajo el imperio de las leyes físicas ó químicas generales; están sometidas á las mismas condiciones de actividad que las propiedades de la materia mineral, con las que tienen relaciones necesarias y probablemente equivalentes.

Las manifestaciones de la inteligencia no constituyen una excepcion con respecto á las demas funciones vitales; no hay contradiccion alguna entre las ciencias fisiológicas y las metafísicas; únicamente abordan el mismo problema del hombre intelectual por distintos procedimientos y caminos. Las ciencias fisiológicas relacionan el estudio de las facultades intelectuales á las condiciones orgánicas y físicas que las expresan, en tanto que las ciencias metafísicas descuidan estas relaciones para considerar únicamente las manifestaciones del alma en la marcha progresiva de la humanidad ó en las aspiraciones eternas del sentimiento.

De lo expuesto nos creemos autorizados para deducir como conclusion, que en realidad no existe línea de separacion que establecer entre la psicología y la fisiología.

La fisiología, como hemos dicho al empezar, remonta naturalmente hácia las ciencias filosóficas, y sirve de punto de apoyo inmediato á la psicología. Está llamada, además, á concurrir al bienestar filosófico del hombre, llegando á ser la

base científica de la higiene y de la medicina; en esta direccion, la fisiología experimental se constituye con rapidez, y toma su puesto entre las ciencias definidas. En todas partes los Gobiernos ayudan á esta jóven ciencia de la vida en sus medios de desarrollo, y ella recibe al mismo tiempo de todas partes alientos, y muestras brillantes de interes de parte de los soberanos.

Los trabajos de M. Flourens vienen á demostrarnos tambien á la fisiología en sus relaciones con la medicina. Estudiando el papel del periostio en la formacion de los huesos (1), ha abierto un camino que la cirugía contemporánea ha desarrollado por importantes investigaciones, y fecundado con dichas aplicaciones. En 1861, queriendo dar una impulsión decisiva á la cuestion de la regeneracion de los huesos por el periostio, cuestion que interesa á toda la cirugía, y más particularmente á la cirugía militar, la Academia de Ciencias propuso con este objeto

(1) Flourens, *Théorie de la formation des os*. Paris, 1847.

un gran premio de 10.000 francos, que se elevó hasta 20.000 francos por la liberalidad del Emperador.

Hace veinte años que nos llegó del Nuevo Mundo el descubrimiento de la anestesia por el éter, y se propagó rápidamente en Europa. M. Flourens comprobó el primero los efectos más activos del cloroformo, que sustituyó bien pronto al éter. De esta manera unió su nombre á este importante descubrimiento, del que contribuyó á repartir y extender los beneficios. En su obra tan popular, acerca de la *Longevidad humana*, creyó M. Flourens, apoyándose en la fisiología, poder prometer al hombre un siglo de vida normal.

A las cualidades del sabio unía M. Flourens las del escritor. Bajo este concepto ha prestado también un servicio á la fisiología, ha inspirado el gusto á esta ciencia, y la ha hecho amar de un público que, sin él, es posible que ni siquiera la hubiera conocido. Ha popularizado de esta manera la fisiología sin rebajarla y la ha hecho accesible á todos por los encantos del estilo. Sin adelantar el juicio que hará del mérito literario de M. Flou-

rens una de las voces más dignas y más competentes, séame permitido decir que la elocuencia del sabio es la claridad; la verdad científica en su bella desnudez es más luminosa siempre que adornada por los encantos con que nuestra imaginación quisiera revestirla.

Sabio, escritor, profesor, dos veces académico, M. Flourens, tuvo una vida de las mejor empleadas. Llegó á ser uno de los fisiólogos más populares y de más nombre de su tiempo; debió ménos este brillo á su ascendiente sobre la juventud que á su talento de escritor y á la difusión de sus trabajos entre las gentes de mundo. Se consagró enteramente á sus deberes de académico y de secretario perpetuo de la Academia de Ciencias. Estaba en su casa como en un retiro. Absorto por sus investigaciones y arrastrado por sus ideas, se identificaba con los grandes hombres de quienes trazaba la historia científica; vivía en el Museo de Historia Natural en la habitacion de Buffon y se inspiraba en el recuerdo de su genio.

M. Flourens, recorrió una brillante carrera sin experimentar las penosas lu-

chas ni las amargas decepciones que siempre ágrían y desesperan el alma. Una voluntad firme, orientada en sus deseos por un carácter recto, un espíritu elevado, secundado por una prodigiosa habilidad y sostenida por un trabajo asiduo, le hicieron llegar al renombre que había soñado en su juventud. Gozaba de los honores llenando los deberes de sus numerosas funciones; pero en el hogar doméstico encontraba la calma y el descanso tan necesarias al sabio que trabaja. Su compañera, tan cariñosa, tan digna de comprenderle y apreciarle se había identificado con su vida intelectual que ensanchaba, procurándole evitar los cuidados de la misma existencia. Estaba él penetrado de esto cuando repetía: «Tengo el cerebro muy ocupado, es necesario hacerme vivir;» ¡pero no gozó las dulzuras de la vida íntima sino cuando había de abandonarla bien pronto! Cuando la enfermedad le obligó á una completa retirada, decía con alguna amargura: «Que no haya pensado en gozar la vida de familia en lugar de sacrificarla para otros que ya no piensan en mí.» Fué afectado M. Flou-

rens de una parálisis que invadió sucesivamente los órganos de su cuerpo; tenía perfecta conciencia de su estado y desde el momento en que el mal no le permitió ser dueño de su palabra y de sus ideas, cesó de concurrir á las Academias. Seguía los progresos del mal sin que se perdiera su serenidad de ánimo ni apocara su espíritu; se apagó gradualmente y murió en Montgeron, cerca de Paris, el 6 de Diciembre de 1867.

Fué M. Flourens un fisiólogo experimentador; pero su nombre se coloca tambien entre los de los sabios que han abordado las generalidades científicas.

¿Cuáles son los límites de las ciencias? ¿De qué naturaleza son las relaciones que las unen? Estas cuestiones quedan siempre presentes y han sido en todos los tiempos el objeto de las meditaciones de talentos eminentes.

No se podría fijar el número de las ciencias, porque son el resultado de la division sucesiva de los conocimientos humanos, por nuestro espíritu limitado, en una multitud de problemas separados. Sin embargo, se han distinguido dos ór-

denes de ciencias: unas partiendo del espíritu para descender á los fenómenos de la naturaleza; otras partiendo de la observacion de la naturaleza para ascender al espíritu. Su punto de partida es distinto, pero su objeto es el mismo: la inquisicion y el descubrimiento de la verdad. Son las tinieblas de nuestra ignorancia las que nos hacen suponer límites entre estos dos órdenes de ciencias.

En el estudio de las ciencias lucha nuestra razon entre el sentimiento natural que nos arrastra á la investigacion de las causas primeras y la experiencia que nos encadena en la observacion de las causas segundas. Con frecuencia son inútiles las luchas de estos sistemas exclusivos, porque en el dominio de la verdad cada cosa debe necesariamente tener su papel, su puesto y su medida.

Nuestro primer impulso pudo hacernos creer que era posible construir el mundo à *priori*, y que el conocimiento de los fenómenos naturales, en alguna manera infuso en nosotros, se desprendería por la fuerza única del espíritu y el razonamiento. De esta manera una Escuela fi-

losófica célebre en Alemania al principio de este siglo, ha llegado á decir que no siendo la naturaleza sino el resultado del pensamiento de una inteligencia creadora, de donde emanamos nosotros mismos, podíamos, sin el recurso de la experiencia y por nuestra propia actividad intelectual encontrar los pensamientos del creador. Es una ilusion. No podríamos concebir de esta manera ni áun las invenciones humanas, y si nos ha sido dado conocer las leyes de la naturaleza, ha sido únicamente con la condicion de deducirlas por experiencia del exámen directo de los fenómenos, y no de las concepciones especulativas de nuestro espíritu únicamente.

El método experimental no se preocupa de la causa primera de los fenómenos que escapa á sus procedimientos de investigacion; esta es la razon del por qué no admite que ningun sistema científico venga á imponérsele con motivo de su ignorancia y quiere que cada uno quede libre en su manera de ignorar y de sentir. Se dirige únicamente á las causas segundas, porque puede llegar á descubrir y á deter-

minar sus leyes, y no siendo sino los medios de accion ó de manifestacion de la causa primera, son inmutables como ella y constituyen leyes inviolables de la naturaleza y bases inquebrantables de la ciencia.

Pero nuestras experiencias no alcanzan los límites del espíritu humano; limitados por los conocimientos actuales, tienen por encima de ellos la inmensa region de lo desconocido, que no pueden suprimir sin perjudicar el adelantamiento mismo de la ciencia.

Lo conocido y lo desconocido: hé aquí los dos términos ó polos científicos necesarios. Lo conocido nos pertenece y se deposita en la experiencia de los siglos. Lo desconocido es lo único que nos agita, nos atormenta y excita sin cesar nuestras aspiraciones á la investigacion de nuevas verdades, de las que nuestro sentimiento tiene la intuicion cierta, pero de las que nuestra razon, ayudada por la experiencia, quiere encontrar la fórmula científica.

Sería, por lo tanto, un error creer que el sabio que sigue los preceptos del méto-

o experimental, debe rechazar toda concepcion à priori, é imponer silencio à su sentimiento, para no consultar nada más que los resultados de la experiencia. No; las leyes fisiológicas que arreglan las manifestaciones de la humana inteligencia, no le permiten proceder de otra manera; tiene que pasar siempre y sucesivamente por el sentimiento, la razon y la experiencia; únicamente instruido por grandes decepciones y convencido de la inutilidad de los esfuerzos del espíritu, reducido á sí propio, da á la experiencia una influencia preponderante y busca precaverse contra la impaciencia de conocer que nos arrastra sin cesar al error. Marcha con calma y sin precipitacion á la investigacion de la verdad; la razon ó el razonamiento le sirven siempre de guía, pero la detiene, la retiene y la doma á cada paso por la experiencia; su sentimiento obedece tambien, áun á pesar suyo, á la necesidad innata que nos hace irresistiblemente remontarnos al origen de las cosas; pero vuelve siempre sus miradas hácia la naturaleza, porque nuestra idea no se hace precisa y luminosa sino volviendo del

mundo exterior al foco del conocimiento que está en nosotros, de la misma manera que no puede alumbrarnos el rayo de luz, sino reflejándose en los objetos que nos rodean.

FIN.

ÍNDICE

	<u>Páginas.</u>
Discurso de M. Dumas en los funerales de M. CLAUDIO BERNARD.....	5
CLAUDIO BERNARD, por PAUL BERT.....	15
Del progreso en las ciencias fisiológicas.....	37
El problema de la fisiología general.....	99
Definición de la vida, las teorías antiguas y la ciencia moderna	151
El calor animal.....	217
La sensibilidad en el reino animal y en el reino vegetal.....	223
Estudios fisiológicos acerca de algunos venenos americanos.—El curare.....	241
Estudio acerca de la fisiología del corazón	213
Las funciones del cerebro	361
Discurso de recepción en la Academia Fran- cesa.....	397

INDICE

.....	curso de M. Dumas en los funerales de
5	M. Claudio Bernard.....
15	Claudio Bernard, por Paul Bert.....
37	el progreso en las ciencias fisiológicas.....
39	el problema de la fisiología general.....
151	definición de la vida, las teorías antiguas y la
161	ciencia moderna.....
215	el calor animal.....
228	la respirabilidad en el reino animal y en el reino
238	vegetal.....
241	estudios fisiológicos acerca de algunos venenos
241	americanos.—El curare.....
243	estudio acerca de la fisiología del corazón.....
261	las funciones del cerebro.....
307	curso de recepción en la Academia Fran-
.....	cesa.....