

1836.

17-16

1
Consideraciones generales sobre la aplicación de
la física y de la química a la fisiología.

Señores

Todos los fenómenos de la economía, ya correspondan al estado normal, ya al morboso, que sean provocados por influjos naturales ó por causas artificiales, parecen tener un mecanismo común, estar sometidos á las mismas leyes y á los mismos principios. Si tuviésemos conocimiento exacto de estos principios, de estas leyes, de este mecanismo, sería fácil establecer la teoría verdadera de la ciencia de la vida; así como se ha fundado la de nuestro sistema planetario por el descubrimiento de las leyes de la atracción. Constituida así la ciencia, suministraría á la medicina datos positivos, de donde se deducirían con certeza las causas de las enfermedades, todos los fenómenos que debían acompañarlas, y los medios profilácticos y curativos que las impedirían y combatirían; del mismo mo-

2 do que el que conoce el mecanismo y el movimiento de una máquina y averigua la clase de alteracion de tal ó cual rueda, impide facilmente su desarreglo ó al momento lo remedia.

Igualmente, si la física pudiese explicar todos los fenómenos por la acción de una fuerza única, como parece lo exigen la sencillez y la sublimidad de las obras de la naturaleza; si la química nos suministrase datos satisfactorios sobre los elementos constitutivos de los tejidos vivos y sobre la composición y propiedades de los diversos fluidos animales; quizá sería fácil decidir si esta fuerza única, que presidia á los cuerpos inorgánicos era ó no la misma que animaba á los organizados en la mayor parte de sus funciones.

Pero estamos aun muy lejos de esta perfeccion en las ciencias, y en el estado poco adelantado en que se hallan, solo podemos comparar los actos vitales con los fenómenos físicos y examinar si tienen entre sí alguna analogia, si parecen contradictorios, ó si aquellos son completamente inexplicables.

El discurso que tengo hoy, el honor de leer á la Academia, contiene algunas consideraciones generales sobre

este punto; y ruego á mi auditorio, que afortunadamente se halla compuesto de amigos míos y compañeros que no me niegan la indulgencia debida al que escribe para ~~cumplir~~^{llenar} un deber, ó ~~de~~^{cumplir con} una obligacion que le han impuesto.

No puede negarse que los animales obedecen á las leyes generales que rigen á la materia; que todas sus partes y sus masas enteras, estan sujetas al influjo de la gravedad y de las demas fuerzas físicas; pero lo que debe investigarse es si los movimientos internos de la máquina animal se explican por las leyes de la mecánica, si se sujetan al cálculo, si las composiciones y descomposiciones que incessantemente se efectuan en toda la organizacion pueden asimilarse á las operaciones de los laboratorios ó reducirse á las leyes de la química; si algun fenómeno vital se asemeja tanto á los de la electricidad, por exemplo, que admita su explicacion por los mismos principios.

A fines del penultimo siglo los autores de obras de Fisiología y especialmente Boerhaave, suponian que todas las funciones de los seres vivos, excepto la voluntad, eran ejercidas por movimientos mecánicos, capaces de calcularse con exactitud y que se sucedian ne-

cesariamente en los órganos desde que empezaba la vida. Boerhaave referia estos movimientos á la fuerza impulsiva del corazón, renovada por el influjo del fluido nervioso dimanado del cerebro. El cuerpo de los animales, segun él, era una bomba hidraulica cuyo imboldo es el corazón; y la perfecta estructura é infinita variedad de la organizacion animal, se reducía á una porcion de canales, de palancas, poleas &c. Asi es que los tratadores de fisiologia de aquella época estan llenos de problemas matemáticos, de cálculos complicados y de fórmulas algebraicas.

Aunque este sistema fuese en general contrario á la observacion y al sentido comun, estuvo en voga por mucho tiempo, porque hay en efecto fenómenos en la economia animal que pueden explicarse por estos principios. Mecánicos son los movimientos y la estructura de nuestros miembros; y el efecto producido por los músculos (como la potencia que actua aplicada á una palanca) depende enteramente de la direccion de las fibras del músculo con respecto al eje del hueso á donde se atan, y de la distancia de su insercion al punto fijo. Todo esto se somete fácilmente al cálculo,

mas no sucede lo mismo con la contraccion de la fibra muscular que de ningun modo se explica por las leyes de la mecánica.

Las válvulas del corazón y de los vasos sanguíneos obran de un modo mecánico y pueden actuar en el cadáver como en el hombre vivo. El que las venas de las extremidades inferiores se hinchen en la posicion vertical del cuerpo, y el que se pongan túrgidos los mismos vasos en la cabeza y en el cuello cuando se tienen inclinadas hácia bajo estas partes, demuestran, que aunque la sangre corre por canales vivos, no está sustraída al influjo de la gravedad.

Los medios diáfanos del ojo obran en los rayos de luz segun las leyes de la óptica, y los conducen á un foco para formar una imagen invertida del objeto, lo mismo en el cadáver que en el órgano vivo, con tal que no haya perdido su transparencia.

La vida modifica sin embargo la accion de las leyes naturales á que estan sometidos los seres vivos; y este dato (que debe entrar en cualquier consideracion matemático-fisiológica) es por su misma naturaleza vago é indeterminado. Cuando

6
hay incertidumbre en los datos de un problema, ya porque no
estemos seguros de que sean aquellos los únicos que existan, ya
porque alguno de ellos pueda ser distinto del que empleamos,
por mas sublime que sea el cálculo, solo continuará errar el
resultado; y así esta causa no solo imposibilita hacer aplica-
ciones útiles de las matemáticas a la fisiología, sino que
hace del uso de ellas una fuente constante de error y con-
fusión. Los resultados tan diversos á que han llegado los matema-
tico-fisiólogos que han tratado de los mismos objetos nos muestran
también la poca utilidad que de las ciencias exactas se saca
hasta ahora en fisiología. Sabido es que uno calculó la fuerza
del corazón en 180.000 libras y que otro la redujo á 8 onzas,
y ambos resultados están deducidos de fórmulas matemáticas.

La circulación, esta función en que una máquina cen-
tral é impelente echa la sangre á todas las partes del cuerpo
por una porción de tubo, parece que debería explicarse perfec-
tamente por la hidráulica; y sin duda alguna el curso de
la sangre por esos canales animados obedece á las mismas
leyes que rigen á la transmisión de los fluidos por tubos inor-
gánicos. Pero si intentamos someter al cálculo estos movimientos

7
no detendrá duda luego el ver que de sus numerosas condiciones,
ni siquiera una se conoce con bastante exactitud para que
nos pueda servir como dato de un problema físico matemá-
tico. Sería necesario saber á cuanto asciende el influjo nervioso
del corazón, cuanta es la potencia de dicho órgano, la canti-
dad de sangre que llega á él y que de él sale en un tiem-
po dado; cuanta es la elasticidad de las arterias, cual la
capacidad de estos vasos, cual el rozamiento de la columna
de líquido en las arterias y en las venas, cuanta es la densidad
de la sangre &c. y conocer y valorar dichos datos con toda
exactitud. Aunque esto se lograse, el gran número de ellos
haría que el problema fuese muy superior á las fuerzas actuales
de la análisis matemática; pues sería el caso mas complica-
do de un problema que aun en su mayor sencillez es su-
peramente difícil. Los mas hábiles geométricos conociendo estas
dificultades tratan de las operaciones de los cuerpos vivos con
similitud modesta, con la cual forman un contraste notable los
cálculos atrevidos de algunos fisiólogos. Los matemáticos conocen
que los datos de la fisiología son demasiado numerosos é
inciertos para someterse á la análisis y que en fenómenos

8
tan complicados la experiencia hasta ahora en la única guía,
así como las inducciones de hechos numerosos el único sosten
seguro de nuestros raciocinios.

Siendo la química la ciencia que nos enseña la composi-
cion de los cuerpos, que manifiesta las leyes como obran entre
sí sus elementos cuando se ponen en contacto, las combinaciones
que resultan de sus afinidades y las circunstancias que favorecen
ó impiden la accion de ellas, es claro que muchos de los actos
animales son operaciones químicas. Tal es la mutacion
de los alimentos por los jugos disolventes del estómago, y por
su mezcla con la bilis, jugo pancreático y secreciones intestina-
les; tal es tambien las nuevas combinaciones que experimen-
tan los elementos de la sangre en las glándulas, en las mem-
branas y en la textura de varios órganos transformándose
en nuevos productos, tal es la conversion del quilo en sangre, y
finalmente la accion mutua de este fluido y del aire atmo-
sérico en la respiracion.

Las investigaciones químicas sobre la composicion de
los solidos y liquidos del cuerpo humano y el examen com-
parativo de ellos en las diferencias de edad, sexo, temperamento

3/ 9
y género de vida han dado gran luz á los actos fisiologicos de
nuestra organizacion, sobre todo cuando sus antecesores han estado in-
truidos en los adelantamientos de la química. Es probable que se
siga sacando gran fruto de nuevas investigaciones de esta clase; y
desde luego puede afirmarse que es imposible entender bien el mecanis-
mo de muchas funciones sin los conocimientos químicos.

Y no se limita esto á la fisiologia. Los menores ó mayores
beneficios obtienen de la química moderna, la patologia, la higiene
y la terapeutica. Descubriendo la composicion de la orina, por ejem-
plo y separando sus principios, ha hecho que no podamos for-
mar idea de la funcion importante que ejercen los riñones.
Mostrando las diferencias que dicho fluido animal presenta
en muchas enfermedades, ha descubierto el mecanismo de gran
número de acciones morbosas, y manifestando que principios
eran los que se hallaban en la orina en distinta proporcion
que en el estado sano, ha hecho sugerir los medios de aliviar
á los enfermos por la administracion de medicamentos apropiados.
Así son completamente químicas las ideas modernas, respecto
á la naturaleza y método curativo de las enfermedades calculosas,
y nuevas experiencias corroboran completamente la importante

verdad de que los ácidos y los alcali ingeridos en el estómago afectan la constitución química de la secreción urinaria. Las condiciones químicas de la orina son además indicio de los fenómenos que se efectúan en el canal intestinal, un signo exterior y visible de los movimientos interiores y ocultos, del estómago de los intestinos y de otras partes. Dicho líquido excrementicio se modifica por la naturaleza y calidad de las bebidas y alimentos; cuando obran sustancias medicinales en la economía y por las simpatías de otras partes; acciones ocultas y misteriosas, pero sin embargo reales y efectivas.

No olvidemos tampoco que se debe á la química la mejor teoría sobre la diabetes, aunque no se haya podido descubrir el medio seguro de curarla.

Considerando atentamente estos hechos y estando convencidos de que la naturaleza, aunque nos parezca variar en fenómenos poco importantes sigue siempre una marcha uniforme en todos sus actos; no es racional creer que llegará el día en que se explique por la química la acción de muchos medicamentos en la economía animal?

Sin embargo, volviendo á lo acto fisiológico, en la

mayor parte de los casos, mas bien nos empuja la química cual ha sido el resultado que no la operación misma. Me explicaré; comparando por ejemplo la sangre y la orina juzgamos que función ejercen los riñones, pero nada descubrimos del ingenioso artificio con que los capilares de estas glándulas transforman un líquido en otro; y al ver los capilares de distintos órganos, convertir esta misma sangre en multitud de fluidos y aun de sólidos, todavía percibimos mejor la enorme diferencia que existe entre las secreciones y las operaciones llamadas comunmente químicas, y cuán insuficientes son las explicaciones que hasta ahora se han dado de estos fenómenos. Si las glándulas, las membranas, los músculos, los huesos en los actos de secreción y nutrición son instrumentos químicos, forzoso es convenir que su analogía con los empleados en los laboratorios es tan remota, que apenas se nota semejanza alguna entre ellos.

Paremos ya á considerar los actos vitales que parecen contradictorios con las leyes físicas. Hubo un tiempo en que los fisiólogos solo hallaban contradicción entre las funciones de los animales y los fenómenos físicos; y algunos que idearon poner á la naturaleza animada en constante lucha con la materia

inerte, desatendiendo la observación de la admirable economía del universo. Con los adelantamientos de las ciencias ha ido desapareciendo poco á poco esa contradicción en la mayor parte de los fenómenos, y es probable que con del todo, por ser solo aparente, en cuanto tengamos mas conocimiento de los actos vitales.

Recorriendo las obras de los fisiólogos vemos dar como prueba de dicha contradicción el que los fluidos se muevan á veces en el cuerpo de los animales en dirección contraria á la gravedad, sin atender á que para ello hay causas poderosas, cuales son el impulso que les da el corazón y la elasticidad de las arterias. Claro es que se lograría también elevar el líquido si substituyéramos al corazón un cuerpo blando y elástico y á las arterias conductos dotados de la misma propiedad. La diferencia está en que á la contractilidad muscular de las fibras del corazón debe substituirse una fuerza que disminuya la capacidad del cuerpo blando que reemplaza á dicho órgano; pero tan ignorada será la esencia de esta última fuerza como la de aquella, puesto que todas nos son desconocidas. Podremos calcular, si es un peso el que se aplica, cual será el efecto

producido, por que conocemos las leyes de la atracción de las cuales nos servimos para lograrlo; y esto último sería imposible en cuanto á la contractilidad muscular, por ignorar las leyes como obra; pero es evidente que por esa sola razón no diremos que haya contradicción entre ambos fenómenos.

Han querido también los fisiólogos exclusivamente vitalistas dar como prueba de contradicción á la ley de la gravedad, el acto por el cual el cuerpo de los animales se desprende espontáneamente del suelo constituyendo el salto. Mas si se exceptúa la contractilidad muscular, que no es contraria á las leyes físicas, sino desconocida, todo en esta función está arreglado á esas leyes.

A primera vista parece contrario al equilibrio del calórico, el que los animales de sangre caliente tengan una temperatura casi constante y ordinariamente superior á la del medio en que viven. Pero debemos tener presente que produciéndose, como es tan sabido, gran cantidad de calórico en el cuerpo de los animales por el acto de la respiración y por otras causas, debe efectuarse el fenómeno sin que se oponga por eso á aquella ley física: pues si á un cuerpo inerte de temperatura elevada lo colocamos en un punto donde reciba continuamente nuevas cantidades de calórico

no diremos que es una excepcion á dicha ley general porque conviene una temperatura mas elevada que ellos, ni diremos fuerzan nuevas que se opongan á que el equilibrio se efectue. La causa permanente que en el cuerpo de los animales produce este aumento de temperatura, es la respiracion y el movimiento de los humores; así no hay necesidad de apelar á semejante fuerza vital para explicar el fenómeno.

Fácil seria recorrer casi todas las funciones que los fisiólogos exclusivamente vitalistas han supuesto contradictorias con las leyes físicas y demostrar que no existe semejante contradicción, excepto en el siguiente fenómeno que hasta ahora no ha podido encontrar explicacion satisfactoria; esto es, como estando formados los seres vivos de principios sumamente dispuestos á la descomposicion y rodeados del influjo del calor, del aire y de la humedad que tan favorables son á tales mutaciones, permanecan sin embargo inalterables y en combinaciones contrarias á las que exige la afinidad, segun lo prueba la putrefaccion despues de la muerte. Creo, Señores, que si no poder explicar bien este fenómeno depende tanto de la ignorancia en que estamos con respecto á las leyes vitales, como del

estado poco adelantado de la química orgánica; y que si las verdaderas leyes de la fuerza que obra en los seres vivos nos fueran conocidas, seria fácil la solucion de esta dificultad. Así como las excepciones é irregularidades que hasta ahora se han manifestado en los movimientos de los cuerpos celestes, bien meditados y averiguados su causa, han contribuido á confirmar las leyes de la atraccion.

Solo me resta hablar de aquellas funciones que hasta ahora no pueden absolutamente explicarse por las leyes físicas, ni químicas: tales como la sensibilidad y la contractilidad. Ya nadie admite que esta última propiedad dependa de estar formada la fibra muscular de una infinidad de vigiguillas colocadas una á continuacion de otras, las cuales hinchándose por efecto de los líquidos que las llenan acortan la longitud de la fibra y producen la contraccion; pero en vez de esta ridícula teoria, han querido suponer algunos fisiólogos modernos que la causa de dicha funcion es la electricidad.

Cierto es que existe una corriente eléctrica en los músculos de cualquier animal vivo, lo que se prueba con los sensibilismos galvanométricos que la física actual posee, haciendo una incision

16
en cualquier músculo, y tocando dos puntos diferentes de la masa muscular, uno superficial y otro profundo; pero esa corriente es enteramente análoga a la que se produce en la combinación de dos cuerpos, se cree^q dependa del acto de la nutrición, y se halla solo entre las moléculas de la fibra muscular; sin que tengan influjo directo en ella los nervios, que hacen oficio de cuerpo mal conductor. Además si es verdad que cuando para artificialmente electricidad por los nervios se logra producir, como con cualquier otro agente estimulante, contracciones musculares y de un modo cuya analogía es notable con la fuerza desconocida que obra en el sistema nervioso; también es cierto que todavía no se ha podido demostrar la existencia de una corriente eléctrica en los nervios de los animales vivos; y lo que es mas, es imposible concebir que la haya en virtud de las propiedades de la electricidad y de las leyes de su propagación; pues para que fuese de una extremidad a otra del sistema nervioso con la energía necesaria, debería asemejarse el nervio a un hilo metálico envuelto en seda, o aislado de un modo análogo; lo cual está muy lejos de ser así.

Finalmente una corriente eléctrica que por el acto

5) 17
de la voluntad se dirigiera por un nervio desde el cerebro a los músculos, no se detendría por la ligadura de aquel, como le sucede a la causa de la contractilidad.

Ahi en vez de perderse en hipotesis y de imaginar agentes imponderables para explicar la sensibilidad y la contractilidad me parece mas prudente convenir que la causa de estos fenomenos nos es completamente desconocida = He dicho.

vive