

Bequejo y Barandas (D. Gerardo)

1876

81-9-3^{mi} 17

(n^o 99)

Ca 2575



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE



5315411885

Teoría del mecanismo de la respiración.

Entre las diversas funciones, indispensables para la existencia del hombre y demás seres vivos, y la respiración una de las que mejor estudiadas se hallan y a ello han contribuido seguramente en mucha y parte los sucesos progresos de las ciencias físicas, químicas y naturales, sin los cuales dominaríamos todavía las erróneas teorías que se profesaban en la antigüedad sobre la acción del aire respirado. Las ideas que los antiguos tuvieron de la atmósfera fué el fundamento de su manera incorrecta de considerar la respiración, por que más fácil explicaron la verdadera acción del aire, cuando se miraba como uno de los elementos. Era el aire no obstante, calificado de vital, y se

6 18871392

aperturabas que penetras en todos los cuerpos y que estas mercedas con todo, dando casi a entender la importancia e influencia que se le atribuia y que los griegos especificaron, diciendo que todo lo forma, anima y alimenta, crece y decrece, y produce, enriquece y recibe, originandolo y destruyendolo todo. Los latinos lo designaban con el nombre de *spiritus*, probablemente para indicar su tenuidad y subtilidad, segun se ve en la *Historia natural* de Plinio, que la respiracion de tantos animales, como hay, trae de lo alto el *spiritus* o sea el aliento, supuesto que en este sentido se usaba esta palabra, que tambien significaba la vida.

Hippocrates, Aristoteles, y con ellos todos los sabios de la antiguedad, sepa de sospechar que la respiracion originase calor, la consideraban como un medio de refrigerar la sangre y por tanto todo el organismo. Conociase, aunque imperfectamente

la estructura de los pulmones, y sin embargo pensabas Aristoteles que el aire podia pasar desde ellos al corazon, idea exagerada por Erasistrato hasta el extremo de suponer que las arterias conducian el aire y lo hicieron penetrar en todas las partes del cuerpo. No ignorabas Aristoteles que los cuticulos respirans como los de las plantas animales, el pulmón, y en cuanto a los animales acuaticos, que carecen de tales organos, creias que el agua introducida y en contacto con las agallas o branquias, podia producir la refrigeracion atribuida al aire, admitiendo una respiracion aérea y otra acuatica no diferentes en lo esencial. Era consecuencia de la misma teoria que a los insectos y demas animales terrestres, muy pequeños, les bastase en concepto del celebre filósofo ser entrecubiertos este roramente por el aire, sin necesidad de respirarlo.

Durante los muchos años

en que los conocimientos científicos recibidos de
la antigüedad permanecieron estacionarios, con-
tinuaron dominando las opiniones expuestas
sobre el aire y los fenómenos respiratorios, siendo
preciso que la física y la química separa-
ran, como ciencias experimentales e investigadoras,
para que las ideas tomadas de diferente dirección,
ofreciendo aquellas a la Biología ciertos
hechos, cuyas apreciaciones debían originar nue-
vas teorías, fundadas en un examen impo-
sible, mientras que se creyeron gratuitamente
incontrovertibles las apreciaciones de los au-
tóricos sabios, sancionadas por el secular
asentimiento.

Los progresos de hechos, observados
a mediados del siglo 17 y en la segunda mitad
del mismo, influyeron muy pronto en la
manera de considerar la respiración. Los
unos revelaron la existencia de cuerpos aeri-
formes distintos del aire por sus propiedades

y por su acción sobre la economía animal,
mientras que los otros demostraron la absoluta
necesidad del aire atmosférico para la vida
de todos los animales terrestres y acuáticos, su-
periores e inferiores.

Los trabajos de laboratorio hechos por
Van Helmont dieron por resultado que fuese
descubierto un fluido invisible como el aire e
impropio para sostener la llama y la vida,
causando la asfixia y la muerte de todos
los animales, fluido que su descubridor llamó
gas y era indubitablemente el ácido carbó-
nico, descubriéndose al quemarse el carbon
y en la fermentación del vino e igualmente
apareció en ciertas circunstancias por la tita-
na, como sucede en la ganta del perro
tanto en sus sitios.

La invención de la máquina me-
cánica proporcionó a Boyle un valien-
te medio de estudiar la respiración de

los animales, buscando si demostraba sin la menor
duda que todos necesitan aire para vivir,
aprovechándose sin el caso vertebral, o no, y
volviendo al estudio normal cuando se les de
conservarse el vacío o extremado rarecimiento
y estos experimentos alcanzaron igualmente
a los peces, comprobándose que les sirve
para respirar el aire contenido en el agua
donde se hallan.

Las observaciones anatómicas de
Malpighi contribuyeron oportunamente
a rectificar las antiguas ideas por largo
tiempo sostenidas sobre la respiración de
los animales. El descubrimiento de las
tráqueas de los insectos provistas de orifi-
cios exteriores llamados estigmas demos-
tro la penetración del aire y una ver-
dadera respiración en los animales
terrestres muy pequeños que hasta
ahor se había exceptuado suponiendo que
les bastaba el exterior contacto de las

atmósferas, lo cual es todavía cierto por cierto
respecto de otros animales inferiores. Llegase
de todas maneras a obtener como resultado
grato que no hay esencial diferencias en
cuanto a la respiración entre los diversos
animales y que todos necesitan aire para
existir, recibiendo unos de la atmósfera
directamente y otros del agua que lo con-
tiene en solución. Los pulmones y la tra-
quea en el primer caso, así como las bran-
quias o agallas en el segundo, se recono-
cieron desde entonces como otros tantos or-
ganos respiratorios y por tales los tienen hoy
aun los menos versados en las ciencias.

El estudio fisiológico de la
respiración obtuvo al mismo tiempo otro
dato suministrado por las ciencias físicas
y químicas. Había un físico llamado
de Vinci al terminar el siglo XV y no lo
se acordó Van Helmont, pero era necesario
someterlo a las pruebas experimentales y

y esto lo hicieron Boyle y sus contemporáneos.
El aire respirado veía de ser respirable
y es preciso que sea continuamente renova-
do, experimentándose más o menos pronto
los animales encerrados en unas atmósfera
circunscrita e incommunicable y los experi-
mentos de Boyle demostraron que esto
no depende de haber perdido el aire su
frío como sucedió, creyendo los filósofos
de los siglos XVII y XVIII a la antigua teoría, porque
bajando la temperatura no se logra que
el aire respirado vuelva a ser vital. Con-
tinúa la renovación del aire lo esencial
del fenómeno y así lo demostró Hooker de
sus experimentos hechos en perros vivos y
con los pulmones al descubierto, hacien-
doles respirar artificialmente y separan-
do las superficies de los pulmones
mecánicamente.
Debióse fijar la atención de
los antiguos en la diferencia de color que

se observa entre la sangre venosa y la
arterial; pero estaban muy distantes de
comprender que procedía de la acción del aire,
mediante las respiraciones, creyéndose más en tiempo
de los experimentadores antiguos de Boyle, que
la sangre roja fuese originada en el corazón;
pero Lower, contemporáneo del mismo Boyle,
pronto hizo ver que tal cambio se manifiesta
en los pulmones, cuando se hace respirar
a los animales artificialmente y además
muchos otros detalles como observados en la
sangre salida de las venas y puesta al
aire, según algunas prácticas ya habíamos notado
anteriormente. Esas mentes, pues, conciben
al aire unas acciones químicas, por veras no
distintas su constitución y la de la sangre,
mediante las respiraciones, conviniendo esto
que se sospechase no ser simple el aire y
debiendo al contrario tener algo capaz de
sostener la vida de los animales y que

pueril, despues de respirarlo. Hecho de desuso
Mayow de sus experimentos, adelantando
hasta el punto de afirmar que el princi-
pio vital del aire no se altera por prin-
cipio comburento, y relacionando la produccion
del calor con los fenomenos respiratorios, aun-
cuando en ciertos casos se haya desvia-
do del recto camino.

Devolber al aire respirado su ap-
petus para sostener la vida y alimentar las
fuerzas prevalece de Priestley instructivamente
durante mucho tiempo, conduciendole por
fin al importantisimo descubrimiento de
las acciones de las plantas sobre el aire
alterado por la respiracion de los ani-
males y replumbando el asombroso equi-
librio que resulta de ambas influencias,
o sea de las que armonicamente y crean
los seres vivos de uno y otro reino. Sorpren-
do el inventor, vacilo; pero pronto los

experimentos de Ingenhousz confirmaron
la accion de las partes verdes de las plan-
tas sobre el acido carbonico. Mediante la luz
de sol y por otras partes como fue consubstan-
do de aire por Priestley, conforme a la teoria
de Lavoisier de Stahl, admitiendo que el aire
vital de es o lo contrario: uno era el aire
vital despues llamado oxigeno y otro el im-
proprio para la respiracion que posterior-
mente se denominó azoe. Lo mas notable
haber reconocido por el cambio de color de
terrazas en la sangre sea debido a la accion
del aire vital u oxigeno y que la sangre
privada de aire atmosferico de sus principios
de, haciendole irrespirable e imperceptible
las combustiones.

Del era el estado de los estudios
relativos a los fenomenos respiratorios
cuando Lavoisier emprendio sus asom-
brables investigaciones quimicas, cuyos

resultados influyeron de maneras tan decisivas en el conocimiento fundamental de una función, que los filósofos por sí solos no hubieran podido comprender, ni explicar. Descubrieron pues fuentes de vida, que el aire atmosférico no es elemento, ni tampoco un fluido que se produce de un principio igneo, tomándose de los cuerpos al quemarse y de los animales, cuando respiran, para cubrirse a las plantas, como se creía; y demostró perfectamente la composición del mismo aire, poniendo de manifiesto las propiedades de los dos gases que los constituyen. Desde entonces se conoce el oxígeno y el aire, habiéndose confirmado plenamente que el uno es vital y el otro al contrario unpropiu para la respiración, y hubo de considerarse este como una combustión, consumiendo el oxígeno del aire y desprendiéndose ácido

carbónico acompañado del vapor y de calor; pero todo esto no hubiera bastado sin el progresivo descubrimiento de la composición del ácido carbónico producido por la respiración, idéntico al existente en la atmósfera.

En todos los animales bajo la influencia de la vida, el oxígeno de la atmósfera se combina casi enteramente con el carbono procedente de lo interior del organismo, y esto aun es posible las existencias de aquellos, originándose además de igual manera la mayor parte del calor que los anima. Los vegetales, bajo la influencia de la luz, descomponen a su vez el ácido carbónico, se apropian el carbono y dejan libre el oxígeno, que los animales necesitan y consumen, manteniéndose o contribuyendo a ser mantenidos en virtud de una y otra acción un perpetuo equilibrio en la constitución atmosférica. Pero el oxígeno consumido en la respiración animal no se considera únicamente empleado en combinarse con

el carbono para constituir el ácido carbónico,
y como este se desprendía en unión del vapor acuoso,
conociendo ya la composición del agua, se llegó
al error que una parte del oxígeno servía para
formar con el hidrógeno existente en lo in-
terior del organismo el vapor que acompa-
ña al ácido carbónico espirado. Era menes-
ter además señalar el origen inmediato de las
materias combustibles, que el oxígeno elimina
del organismo animal y Lavoisier supuso
que la combustión respiratoria tubiese su
asiento en los pulmones, tratándose de los
animales superiores, mediante el hidrógeno
carbonado exalado por las sangres, siendo
de esta sola manera en concepto del emi-
nente químico como podía explicarse
la producción del calor animal, cuyas
teorías no se admitían en la actualidad,
espectáculos ciertamente unas tentas com-
bustión en todas las partes del organismo.

Todo lo investigado y teorizado respecto del
hombre y de los animales superiores, bien
pronto pudo aplicarse a los inferiores y
generalizarse, teniendo en ello parte muy
principal el fisiólogo Juan Blumhardi, y confer-
mándose unas veces más las previsiones de los
primeros observadores. Los peces que no ven-
ten directamente el aire de ^{la} atmósfera lo
hallan en el agua y todavía más oxígeno
lo consumen y producen ácido carbo-
nico, fenómenos imposibles, si el agua
careciese de aire, como sucede en la hervida,
donde los peces se asfixian.
Aunque subsista lo más fun-
damental de la teoría de Lavoisier, mucho
se ha modificado durante el presente
siglo tal explicación de los fenómenos respira-
torios por efecto de nuevas investigaciones.
Parece con razón dudoso que
pueda originarse todo el calor de la ser-
vación.

más en los órganos especiales de la respiración, lo cual exigiria una elevada temperatura en ellos, y este defecto no lo disculpa Lavoisier al decirnos por las teorías espuestas, ni puede ser evitado, aun suponiendo una gran capacidad para el carbonio en la sangre, al salir de los pulmones, después de haber recibido la influencia atmosférica. Prestigiosando sobre esto Lavoisier consideró más aceptable que el calor se dependiese de todas las partes del organismo, verificándose en ellas la combustión mediante el oxígeno disuelto en la sangre y poco a poco combinado con el carbono e hidrógeno contenidos en las mismas, siendo acarreado por la sangre venosa el ácido carbónico formado para ser exhalado por los pulmones.

Las investigaciones de William Edwards sobre la captación confirmaron que el ácido carbónico no se produce directamente mediante

las acciones químicas por el oxígeno en las células respiratorias, y que por lo mismo no son ellas el asiento de la lenta combustión capaz de originar todo el calor del organismo. Fuera los resultados siempre idénticos, como siendo a los experimentos, tanto los animales inferiores como los superiores y en particular los mamíferos recién nacidos, que no se adaptan tan pronto como los adultos. Es la consecuencia de la idea, que el ácido carbónico del ser exhalado por todo el organismo y no formado en los órganos respiratorios por la local combinación del oxígeno atmosférico y del carbono de la sangre, lo cual llegó a ser generalmente reconocido en virtud del apoyo que le prestaron nuevos y variados experimentos efectuados por diversos observadores. Hay por consiguiente una absorción respiratoria y re-sultando de ellas la introducción del oxígeno en la economía animal, y coexiste una exhalación respiratoria, que da salida al ácido carbónico.

Se cubren a los quimicos demostrar las exi-
tencias de los espesos gases en la sangre
y aunque las primeras tentativas no hayan
sido tan favorables como se esperaba, bien pro-
to fueran mas felices por los esfuerzos de di-
tos experimentadores y en particular por los de
Magnus, que empleo aparatos ideados al
efecto y tan perfectos como era necesario,
patentando que la sangre, sea arterial o
venosa, tiene en disolucion acido carbonico,
origeno y azoe. La cantidad de origeno
es mayor en la sangre arterial que en la
venosa, y en esta, segun el mismo observador,
representa el acido carbonico una quinta
parte del volumen por lo menos, calen-
do ser suficiente para suministrar
todo el gas exalado en el acto de la respi-
racion.

Magnus, aunque quimico, estable-
cio una teoria fisica de la respiracion

propuamente dicha, haciendola consistir
en un simple cambio recíproco entre los
gases contenidos en la sangre y los constitu-
tos del aire inspirado. Verificandose el equi-
librio libre de la sangre en lo interior de los
organos y entrando en ellos el acido carboni-
co procedente de los mismos, parece conver-
tirse de arterial en venosa. Los fenomenos
quimicos, segun esta interpretacion, se veri-
ficau en los vasos capilares que median
entre las arterias y las venas, distribuyen-
dose y penetrando como es sabido en todos los
organos, lo cual es llevar la influencia del
origeno atmosferico a lo mas profundo
del organismo, donde por consiguiente se
considera verificada la combustion, originada
el calor y formada el acido carbonico, que
dando lugar a meros fenomenos de disolucion
y exalacion los que estrictamente pueden ser
liberarse como respiratorios.

No es misterio que la sangre se halla en los vasos, que naturalmente la contienen para que se pueda observar y experimentar la influencia de los gases sobre ella. Por observación del origen de siempre, la sangre reviste los caracteres de la arteria vital y esta toma los de la vena por la solución del ácido carbónico. Pueden repetirse los ensayos, mediante la sustitución de uno de los gases por el otro y quedando constantemente libre en la sangre cual quiere de los gases que se emplee. Como sucede, pues la facilidad con que en el acto de la respiración son absorbidos los gases; y pueden serlo hasta los impuros para ellas, así como los sales, que si sueltas en la sangre obran en toda la economía o en determinados órganos con particularidad, produciendo la muerte, y además de los gases muchos vapores dañosos o viciados, suspendidos

en la atmósfera hallan sus efectos en las superficies respiratorias para introducir la sangre. Reconoció el cambio de los gases existentes en la atmósfera y la sangre, hubo de buscarse la explicación de este fenómeno en las leyes generales, que determinan la mezcla de los gases y líquidos, aunque no sea exclusivamente físico todo cuanto haya de tomarse en consideración. Los mutuos cambios entre el aire atmosférico y el organismo dependen de las relaciones que hayas entre la tensión de cada uno de los fluidos elásticos contenidos en la atmósfera y en la sangre, en términos de ser la cantidad del ácido carbónico exhalado proporcional a la del absorbido en la sangre y a la del existente en el aire inspirado, e iguales reglas son aplicables a las absorción y exhalación de otros gases, así como a la absorción del oxígeno dentro de ciertos límites. Pero en los órganos

respiratorio. La sangre no se halla en contacto inmediato con el aire, supuesto que los separa una membrana, aunque ciertamente, y sin embargo suficiente para que se le atribuya alguna influencia sobre las maneras de obrar los gases. Comparada la membrana intermedia a un tejido poroso, según lo querian Brunner y Palantus, se aplica a la ley de la difusión de los gases establecida por Graham; pero tratase de una membrana húmeda, que se halla organizada, y deben tomarse en cuenta, además de los efectos de la difusión, los de la capilaridad, tocando no bien conocido, obligando todo ello a variar en el fenómeno algo más que lo puramente físico.

Acaso todo el ácido carbónico que la sangre acumula para ser eliminado, no se halla libre, sino no obstante, cierto que

el combinado lo está de una manera débil y recobra fácilmente su libertad. En cuanto al oxígeno repetidos experimentos y observaciones testimoniales que no se disuelve notable y definitivamente en la sangre, apoderándose de él los glóbulos rojos de la misma y viniendo al ser el plasma o suero cargado de fibrina, mero intermedio para que llegue hasta aquellos el gas vital y los enorgañados vivamente, aunque con debilidad unida. En lo íntimo de los órganos donde, separándose de los glóbulos, se halla a las lentas y profunda combustión fisiológica, que vigorosamente entra en el número de los fenómenos de nutrición y origina el ácido carbónico, que la sangre recibe para arrojarlo fuera. No parece tener influencia notable el aire, aun cuando pueda variar en cantidad el oxígeno,

respeto del absorbido por la sangre, en fuerza de la solubilidad, y el aumento o disminución de aire se relacionan con los actos nutritivos, en virtud de los cuales la sangre lo adquiere en lo interior del organismo.

Contiene mucha agua la sangre, según se a las tres cuartas partes de su peso, y bien puede asegurarse que las bebidas suministran a la sangre una cantidad de agua extremadamente superior a la que puede permanecer en el organismo. Esto es obvio y lo es también que el vapor acuoso sea simplemente exalado por la sangre en el acto de la respiración, sin necesidad de suponer en tal momento una acción química, que origine el agua en las vías eliminadas por esta vía, como lo es además por otras. Confirmado las intenciones que el estado barométrico de

la atmósfera, su temperatura y agitación ejercen sobre la transpiración pulmonal, regulando su actividad.

Todo lo expuesto es aplicable a cualquiera de los órganos respiratorios, que varían, como se sabe, considerablemente en los seres de los animales, aunque siempre tengan de común tres condiciones: hallarse en contacto por lo exterior con el oxígeno en forma de gas, o disuelto en un vehículo; ser permeables a los fluidos elásticos; estar por lo interior en relación directa o indirecta con el fluido nutritivo. No se halla limitada por tanto la respiración a los órganos, que se están especialmente destinados, y la hay cutánea en los animales inferiores ciertamente, aunque no solo en ellos, habiéndose demostrado por numerosos experimentos que el oxígeno es absorbido y el ácido carbónico exalado por los pies y las uñas de los peces, reptiles, aves y mamíferos, verificándose de esta ma-

neras tanto la respiración aérea como la acuática. Si se comparan la respiración animal con la vegetal, sea aérea o acuática, y tomando en cuenta los fenómenos nocturnos que se observan en las plantas con relación a la atmósfera, se reconocerá que en ellas como en los animales hay absorción de oxígeno y exhalación de ácido carbónico, verificándose una y otra: por lo exterior de las partes verdes; de los cloroplastos. Fundados en esto algunos fisiólogos modernos tienen por nutritivos más bien que por respiratorios los fenómenos dichos, que en las plantas consisten en la descomposición del ácido carbónico de la atmósfera y de la tierra mediante el influjo de la luz, apropiándose aquellas el carbono y dejando libre casi todo el oxígeno en beneficio de la atmósfera. Compensan así los efectos de la respiración de los seres de ambos reinos orgánicos, como antes de ahora lo descubrieron y procuraron inculcarlo los químicos y los fisiólogos,

aunque algo preocupados en cuanto a las absolutas necesidades de estas compensaciones para que el aire libre pueda ser respirable durante muchos siglos, atendiendo la extensión de la atmósfera, su movilidad y la inmensa cantidad de oxígeno que contiene. . . . Hei dicho.

Madrid 12 de Febrero 1874.
Gerardo Piquero y Barral.