Herreros (D. José Elías)

Ca 2573

81-9-2 bis 1°

(n° 33)

1872.

Fenomenos físico-químicos de la respiracion.

Discurso pronunciado por D.n José Elías Herreros en el acto de verificar los ejercicios del Grado de Doctor en la Facultad de Medicina de la Universidad Central.

Señores:

"La respiración no es que una combustion lenta de carbono et d'hydrogene que est semblable en tout á celle que s'opere dans une lampe ou dans une bougie allumée, et sous ce point de vue les animaux que respirent sont de veritables corps combustibles qui brulent et se consument." (Lavoisier)

Lo primero que tiene que hacer el hombre al sentar su planta en el santuario de la ciencia es purificar su inteligencia, rebestirse de vastos conocimientos, sin los que no ose atreverse debe á pisar su primer escalon; tal yo ultimo soldado de la falange científica, y olvidando mi escaso saber al par que el sabio consejo del poeta "Sumite materiam vestrem que servibitis aquam viribus," vengo hoy á probar que el asunto de mi tema es superior a mis fuerzas, y solo mi deseo, tal vez impotente, sera capaz llevar á cabo la obra que tiene por

base la escasez de mis conocimientos.

Así, pues, animado con la esperanza de cumplir este mismo deseo, me he propuesto hacer una escursion al campo científico y recrearme constantemente en el floreciente estado de los progresos modernos y del risueño porvenir que la ciencia ofrece á aquellos que llenos de constante interés, llenos de amor á esa madre comun, les abre las puertas del saber al par que les brinda con el brillante y alhagüeño templo de la gloria.

Sí, Señores: la ciencia que progresivamente ha ido desenvolviendose para manifestar á la generaciones venideras que no en valde trabaja el hombre para descubrir la verdad, la ciencia que nuestra otro adelanto ha ido levantando el velo bajo el cual estaban ocultos tantos y tantos misterios que en nuestra propia organizacion han estado manifestandose sin comprenderlos, esa ciencia, en fin, en virtud de los trabajos del inmortal Lavoisier y de otros hombres no menos eminentes que le han sucedido, nos ha hecho ver que leyes providen á ciertas funciones de la vida, tan importantes que sin ellas esta misma vida vida no podria ser, no podria verificarse,

funciones que en tiempos no muy remotos han estado sujetas á mil varias hipotesis.

Por eso, pues, al esplanar mi proposicion que tiene por tema los fenomenos físico-químicos de la respiracion, lo primero que tengo que hacer es esponer sucintamente las diferentes hipotesis bajo las cuales se han tratado de esplicar los fenomenos de esa importantisima funcion de la vida é incidentalmente no podre menos de manifestar mi admiracion á ese ramo del saber humano que en si todo lo abarca, todo lo contiene, y es el sine qua non, el par que su compañera la física, de la fisiología y de la patología, y esta ciencia tan universal es, Señores, la química; y vease como hasta que esta ciencia nos nos dió á conocer, entre otros descubrimientos, la composicion del aire atmosferico no pudo comprenderse el porque de los fenomenos que se verifican en la funcion respiratoria que para los antiguos era un arcano que en vano trataban de esplicarse.

Considerado, pues, el aire como un elemento no era de estra-

ñar que dominasen ideas tan absurdas sobre su accion: era calificado de vital y los griegos especificaron su importancia diciendo, que todo lo forma, anima, alimenta, acrecenta, produce, aniquila y recibe, originandolo y destruyendolo todo: lo designaban con el nombre de *spiritus*, y Plinio dice que la respiracion de tantos animales, como hay, trae de lo alto el espiritu o sea el aliento, supuesto que en este sentido se usa tal palabra que tambien significaba la vida.

Hypocrates, Aristoteles, y con ellos todos los sabios de la antigüedad nunca llegaron a sospechar que la respiracion originase calor, antes por el contrario creyeron que era un medio de refrigerar la sangre, asi como tambien el organismo; era conocida aunque imperfectamente la estructura de los pulmones, y apesar de esto penso Aristoteles que el aire podia pasar desde ellos al corazon, siendo mas allá Erasistrato que creyó que las arterias conducian el aire hasta llevarlo a los demas organos.

Durante muchos tiempos continuaron reinando estas teorias fundadas sin duda ninguna en erroneas ideas sobre la composicion de los cuerpos; no era culpa de aquellos hombres que con tanto afinco trabajaban en pró de la ciencia: era preciso que la quimica alumbrase con su brillante luz para que saliesen de las tinieblas en que jacian los conocimientos fisiologicos; mas para que esto se verificase tenian que dominar posteriormente ciertas hipotesis mas ó menos absurdas, porque los adelantos quimicos estaban aun al principio de su desarrollo.

A mediados del siglo diez y siete Van Helmont dice que ademas del aire se desprende en ciertas circunstancias como al quemarse el carbon, en la fermentacion del vino y hasta naciendo de la tierra (gruta del perro) un fluido invisible que mata las plantas é impide la combustion: á este fluido le designa con el nombre de gas silvestre, esto es el acido carbonico.

Boyle haciendo esperimentos con la maquina neuma-

tica viene á determinar que todos los animales necesitan aire para vivir: que cuando llega á verificarse el vacío ad summum hasta los peces llegan á perecer, lo que demostró que los peces necesitan tambien aire, pero disuelto en el agua.

El mismo Boyle llega ya por medio de sus esperimentos á comprender que el aire respirado dejá de ser respirable, asi que es necesario renovarlo continuamente, pues de otra manera los animales encerrados en un recinto sin communicacion con la atmosfera perecen: no es debido esto á que el aire haya perdido su frialdad como creian los fisiologos consecuentes con las ideas de los antiguos, pues si asi acontesiese el aire respirado debiera ser respirable haciendo descender su temperatura: pero sabemos no sucede de este modo.

Los contemporaneos de Boyle y otros que les habian precedido observaron la diferencia de color que existe entre la sangre venosa y la arterial, deduciendo que la sangre roja era originaria del corazon, y de ninguna manera creyeron que dicha diferencia procediese de la accion del aire: unicamente Lower fue observar el cambio de coloracion

que esperimenta la sangre venosa espuesta al aire.

Mayow en 1674 dice, que en el aire hay alguna cosa que es indispensable para la respiracion, y como consecuencia de esto que el aire no es un cuerpo simple: asi, pues, á ese elemento á ese quid inesplicable le dá el nombre de espiritu nitro-aereo, que segun él no constituye mas que una parte del aire que consumen los animales, lo mismo que hace un cuerpo en ignicion.

A la mitad del siglo diez y ocho, Black y Bergman en sus estudios relativos al aire manifestaron haber encontrado en el mismo un elemento nuevo que llamaron aire fijo ó acido aereo (gas de Van Helmont): con la diferencia de que Black creyó era uno de los productos de la respiracion, y Bergman lo supuso como existiendo en la atmosfera, la cual creia compuesta de tres fluidos elasticos: el aire vital ó puro, el aire viciado y el acido aereo en muy pequeña proporcion.

Priestley en 1771 observa que las plantas se desarrollan

en el aire viciado por los animales volviendo á adquirir aquel
su primitivo estado: pues bajo la influencia de las plantas el
aire que ha sido alterado por la respiracion de los animales
se vuelve apto para la respiracion y combustion; formando
asi un circulo, una especie de cadena trabada por los diferen-
tes fenomenos que establecen una relacion inmediata y con-
stante entre la vida y modo de ser de los vegetales y de
los animales.

Priestley dió el nombre de aire deflogisticado al fluido indis-
pensable y apto para la respiracion y combustion; y aire flogis-
ticado al residuo dejado por el aire cuando se le hace ar-
der en presencia del azufre, cuyo residuo aislado no es otra
cosa que el azoe.

Este resultado que bien podemos llamar brillante y que
merced á su estudio alcanzó Priestley, fué poco despues
confirmado por los esperimentos de Ingenhousz, habiendo
demostrado aquel ademas, que el aire deflogisticado tiene
una influencia marcadisima sobre la coloracion de la
sangre, bien se ponga en contacto directo con esta mis-

ma ó bien se verifique al traves de una membrana.

Vease, pues, como antes de Lavoisier era conocida en su esen-
cia el mecanismo quimico, la manera de verificarse esa
importantisima funcion llamada respiracion; vease como
Priestley no descubrió la composicion del aire atmosferico:
pero habia demostrado de una manera exacta el fenome-
no fundamental de la funcion respiratoria? no, Seño-
res; pertenece al inmortal Lavoisier la gloria de haber
establecido las bases fijas de la ciencia, quitando a esta
la teoria del flogistico, de la que no pudo desembarazarse Prie-
stley: por esto, pues, desde el año 1777 empieza una nueva era
de regeneracion para la fisiologia, epoca marcada con
los esperimentos de Lavoisier, la que coincide con el descubri-
miento de la composicion del agua por Cavendish
(1781)

Lavoisier por medio de sus trabajos esperimentales ma-
nifestó primero la composicion del aire atmosferico, y
comparó despues la respiracion á una combustion: con es-

ya formula tan sencilla se veian claramente esplicados fenomenos que hasta entonces habian estado envueltos en la duda, siendo de esta manera conocida y confirmada la exactitud de la doctrina del calor animal.

En la memoria que aquel ilustre quimico publicó algunos años despues en union de Seguin se espuso que el oxigeno del aire quema el hidrogeno y el carbono de la sangre en el pulmon; que desarrollandose calor en esta combustion, este calor es llevado á todas las demas partes del cuerpo por el intermedio de la sangre que por los pulmones atraviesa.

Los fisiologos admitieron con alguna reserva la segunda parte de la anterior proposicion, es decir, del sitio en que se verifica la combustion admitida en principio por todos: con efecto, decian, la temperatura del pulmon no se diferencia en nada cuando se la compara con la temperatura de los demas organos interiores, no debiendo suceder esto de tal modo si todo el calor se desarrolla en el aparato pulmonar para distribuir, á su ver, por todo el cuerpo: así, pues, Lagrange reflexionando ante la ultima observacion, emitió una hipotesis inversa diciendo, que el calor animal se producia en todas las partes de nuestra economia, en virtud de la combustion, mediante el oxigeno, del carbono y del hidrogeno contenidos en la sangre, formando acido carbonico que era arrastrado por la sangre venosa y exhalado por los pulmones, en donde aquella se encargaba de disolver el oxigeno inspirado para llevarlo, á su ver, á todas las partes del cuerpo: la esperiencia confirmó despues la verdad de la teoria de Lagrange.

Los esperimentos de Gallaraui, de Edwards, Collard de Martigny, Bergman, Reidaff y Marchand, vinieron á demostrar que la formacion local del acido carbonico en el pulmon mismo no tiene ningun fundamento, y que aquel se produce en todo el organismo, sin que tenga, de ninguna manera, ese privilegio el organo respiratorio.

Fueron confirmadas, despues, estas ideas por los trabajos de otros esperimentadores en particular Magnus que alcanzó ampliar los

anteriores descubrimientos, demostrando que en la sangre sea arterial ó venosa existen en disolucion oxígeno, ácido carbónico y azoe, siendo mayor la cantidad de oxígeno de la sangre arterial y dominando el ácido carbónico en la venosa.

Este químico dió á luz una teoría física acerca de la respiracion, suponiendo que en dicha funcion no se verifica mas que un cambio de gases: por la respiracion del aire el oxígeno es absorvido y por su disolucion en la sangre es llevado á la mas interno de nuestros organos, y en los capilares arteriales y venosos es donde la sangre se trasforma de arterial en venosa dando lugar á esa especie de combustion, originándose el calor y como resultado inmediato la formacion del ácido carbónico.

Llegamos ya Señores, á la epoca presente y hasta aquí no he hecho mas que trazar, tal vez de una manera demasiado rapida la historia de las diferentes teorías que han reinado acerca de la funcion respiratoria: es otro el objeto de mi tesina, por lo que me propongo ahora esponer con alguna mas de latitud el estado actual de conocimientos acerca de tan importantísima funcion, enlazando de este ~~modo~~ la breve

reseña que acabo de hacer con la serie de investigaciones modernas y sus felices resultados á los que tanto han contribuido la física y la química.

Lo primero, pues, que debe ocuparnos al emprender el estudio de los fenomenos físico-químicos de la respiracion es el determinar la composicion del aire atmosférico: no me propongo indicar los diferentes procedimientos empleados con este objeto, porque en este caso daría demasiada estension á mi trabajo y además creería ofender la ilustracion de los Señores que componen el jurado.

Siendo esto en cuenta me concretaré á decir que el aire es una mezcla de oxígeno y nitrogeno, entrando además en su composicion el vapor de agua, el ácido carbónico, y tambien gases ó vapores en cantidades muy pequeñas, cuyas sustancias unas veces están únicamente divididas y otras disueltas en el aire mismo, dependiendo su existencia de variadas circunstancias: así encontramos en él, ácido sulfuroso, sulfhídrico, amoniaco, ácido nítrico, las emanaciones de los vegetales y animales, el desprendimiento de sustancias diferentes á que dan lugar las fabricas,

explotacion de minas, los volcanes, las aguas pantanosas etc.
Pero ¿existe una relacion constante entre la proporcion del aire
inspirado y el espirado?. Desde luego podemos decir que no hay una
compensacion exacta entre el aire que se inspira y el que se es-
pira; es pequeña la diferencia entre ambas cantidades y con hay
motivo para afirmar que es insignificante: pero en virtud
del modo de ser de la espiracion siempre queda en el aparato
pulmonar durante dicho acto de la respiracion una cierta canti-
dad de aire, es decir que el pulmon no queda completamente
vacio como debiera suponerse, resultando de aqui que es muy
dificil valuar de una manera precisa la proporcion de aire que
se inspira con relacion al que se espira: varios procedimientos
se han empleado con objeto de aclarar esta cuestion; entre otros
tenemos el aparato de M.r Smith que consta en una careta pro-
vista de valvulas de tal modo que inspirado el aire no
pueda salir al esterior, yendo por ultimo a un recipiente dis-
puesto ad hoc: y tambien haciendo uso de un tubo encor-
vado colocado dentro de un vaso que se halla invertido so-

bre la cuba hidroneumatica: la cantidad de agua que del
vaso ha sido desalojada representa la del gas espirado en un
tiempo determinado.
Por medio de estos esperimentos se viene a deducer que la
cantidad de aire que entra y sale por los pulmones en ca-
da movimiento respiratorio normal es de 500 centimetros cu-
bicos ó sea medio litro: este resultado ha sido obtenido por
M.rs Valentin, Allen, Pepys, Berard y otros. La carrera y el
salto, el subir por una montaña ó bajarla, la natacion,
el acto de ir cargado y otras circunstancias parecidas hacen
aumentar ó disminuya la cantidad de aire que circula en
el aparato pulmonar, aumentando con relacion a la violen-
cia del movimiento, de tal suerte, que es mayor en la carre-
ra que al paso natural, a caballo que en coche, en la
natacion mas considerable que a caballo etc.: lo mismo su-
cede con la exageracion voluntaria de los movimientos
respiratorios, de modo que aunque no son mas que fenome-
nos pasageros, sinembargo, su estudio puede tener algunas apli
caciones, porque comparando los resultados obtenidos entre

diferentes individuos puede determinarse su potencia respiratoria; para esto no hay mas que hacer una inspiracion ad summum donde circule aire con libertad, y despues una espiracion con las mismas condiciones pero en un aparato dispuesto para este objeto y se obtiene por resultado que la proporcion de aire que entra y sale por el organo respiratorio en una inspiracion y en una espiracion forzadas es de tres de tres á cuatro litros (3000 á 4000 centim.c cubicos); en esto esta fundada la espirometria ó neumatometria segun quieren M.r Arnold y Bonnet.

M.r Hutchinson ha ideado un aparato especial para este objeto, designandolo con el nombre de espirometro que me creo relevado de describir: Vogel, Simon, Bonet y otros han inventado varios instrumentos de este genero que todos no son mas que reservorios invertidos sobre agua, guardando una misma presion mientras se verifica el experimento.

Por medio del espirometro de M.r Hutchinson se observa no ser igual en los diferentes individuos la cantidad de aire que circula por el organo de la respiracion en una ins-

piracion y en una espiracion forzadas; esta diferencia que aquel fisiologo llama capacidad vital de los pulmones depende principalmente de la estatura de los individuos, y en tambien lo han comprendido Arnold y Bonet para quienes la capacidad vital de los pulmones es de dos y medio a tres litros (2500 á 3000 centim.c cubicos) para las estaturas pequeñas; de tres y medio (3500 centim.c cubicos) para las regulares; y de cuatro litros (4000 centim.c cubicos) para las estaturas muy elevadas; en estos resultados hay que tener en cuenta, como puede comprenderse naturalmente, el sexo, las profesiones, ejercicios corporales y por ultimo hasta los estados morbosos del organo respiratorio, por lo que se ha hecho de este procedimiento una aplicacion á la patologia, siendo la capacidad vital de dicho organo en las enfermedades pulmonares; parece ser este un medio de diagnostico de alguna utilidad, sin embargo algunos autores niegan en parte, por no decir por completo la importancia de la espirometria en

sus relaciones con la patologia.

En virtud de los trabajos de Davy, Bruner, Valentin, Vierordt y otros esperimentadores se ha podido deducir que en el aire espirado esta disminuida la cantidad de oxigeno con referencia al aire espirado: la cantidad que falta se supone ha sido eliminada del aire atmosferico que atravesando las membranas del pulmon ha ido á parar á la sangre.

De los esperimentos de Bruner y Valentin resulta que el aire espirado no contiene mas 16,87 por ciento en volumen de oxigeno; ahora bien, sabiendo lo que contiene el aire atmosferico, hay de diferencia 4,85 de oxigeno que ha desaparecido por absorcion: respecto al acido carbonico han encontrado que la cantidad de este gas contenido en el aire espirado es, por termino medio, 4,267 por ciento en volumen.

Por lo que se vé estas dos cifras de 4,85 y 426 que representan, la primera la cantidad de oxigeno que tiene de menos el aire espirado que el inspirado, y la segunda la del acido carbonico exhalado no son completamente iguales: la cantidad del oxigeno es mayor que la del acido carbonico

y de aqui que el volumen de aire espirado no es igual al volumen de aire espirado, y como consecuencia inmediata que haya un verdadero gasto organico de cierta cantidad de aire: podria decirse que se compensa este exceso de absorcion del oxigeno por el producto aumentado del azoe, pero se observa tambien, que a veces este gas disminuye en su proporcion, por lo que no habiendo un verdadero equilibrio entre el gasto del oxigeno y la produccion del acido carbonico debe encontrarse la diferencia en la cantidad de oxigeno que por su combinacion con el hidrogeno dá lugar á cierta cantidad de agua que continuamente se elimina de nuestra economia.

La cantidad del acido carbonico exhalado puede variar en virtud de diferentes causas: asi vemos que el ritmus respiratorio, la edad y el sexo de los individuos, la temperatura, la alimentacion, el desarrollo de los pulmones, el estado de inanicion, el sueño ó vigilia, el apetecimiento de algunos animales y la especie á que estos pertenezcan, todo esto, dijo, hace cambiar ya en mas, ya en menos la produccion del acido carbonico

Los animales pequeños (perros, gatos, aves) consumen, con relacion á su peso, mas oxigeno y producen mas acido carbonico que el hombre: esta diferencia consiste principalmente en que la capacidad del pulmon es proporcionalmente menor en el hombre que en dichos animales.

Por lo que se refiere al sexo y á la edad segun los esperimentos de Andral y Gavarret resulta que en el hombre la exhalacion del acido carbonico es mayor que en la mujer, y en ambos sexos y en todas las edades dicha exhalacion es mayor cuando la constitucion es mas robusta: en el hombre aumenta de los ocho á los treinta años y desde aqui en adelante disminuye: en la mujer es constante sufra algun aumento hasta la pubertad y al aparecer el flujo menstruo prosigue estacionaria: siendo esto debido á que se elimina periodicamente de la economia cierta cantidad de sangre no oxigenada; al suprimirse la regla ya en la edad critica, ya por alguna circunstancia especial, embarazo, amenorrea etc. la exhalacion del acido carbonico aumenta.

En los niños no es menor la produccion del acido carbonico

con relacion á los adultos: segun Andral y Gavarret un niño de ocho años exhaló en una hora una cantidad de acido carbonico equivalente 5 gramos de carbono quemado: en el mismo tiempo un adulto exhala doble cantidad: (10 gramos de carbono quemado equivalen á 18 litros de acido carbonico), pero hay que tener en cuenta que el peso del niño es proximamente la tercera parte del peso del adulto, asi sumando tres veces la cantidad que exhaló el niño y que corresponderia á su triple peso con relacion al de el adulto, vemos que siempre es mayor la cantidad de acido carbonico que el niño exhala.

La rapidez ó lentitud con que se verifica la respiracion ó sea su ritmo, influye tambien notablemente en la exhalacion del acido carbonico: Mr. Vierordt y Horn ejecutan sesenta movimientos respiratorios por minuto y no obtienen mas que 2,4 por ciento de acido carbonico: sino ejecutan mas que once movimientos respiratorios se producen 4,74: si tres movimientos respiratorios por minuto, entonces resultan 6,5 por ciento de acido carbonico; y por ultimo haciendo una inspiracion por minuto el aire espirado contiene 7,44 por ciento del referido gas:

cuanto mas lenta es la respiracion mayor es la cantidad de acido carbonico exhalado en el aire espirado; y estos resultados estan en relacion con la absorcion del oxigeno; si esta absorcion aumenta la produccion del acido carbonico aumenta, si disminuye este ultimo disminuye tambien.

La cantidad de acido carbonico es menor en una temperatura elevada y aumenta en una temperatura baja: esto es debido en parte a que en el invierno el aire esta como condensado, lo contrario de lo que sucede en el verano que la fuerza expansiva del calor hace que el aire este mas dilatado: hemos dicho arriba que a la absorcion de una cantidad determinada de oxigeno corresponde siempre la exhalacion de otra proporcional de acido carbonico: asi, pues, sucederá que en el invierno por la mayor condensacion del aire se absorverá mas oxigeno, y como es consiguiente menos en el estio, siendo mayor o menor respectivamente la exhalacion del acido carbonico.

En el sueño ordinario, asi como en el sueño invernal de algunos animales, esta disminuida la cantidad de acido carbonico exhalado, reconociendo como causa principal la lentitud de los fe-

nomenos mecanicos de la respiracion y asimismo de la circulacion: en dichos animales invernantes contribuye muchisimo á la disminucion del acido carbonico la falta de alimentacion: y vease como viene á verificarse el mismo fenomeno en la inanicion, en que no existiendo en la economia animal materiales de combustion, no pueden verificarse las trasformaciones inherentes é indispensables á la funcion respiratoria.

Y esto que decimos de la falta de alimentos se refiere en parte á su naturaleza: los feculentos aumentan la cantidad del acido carbonico, siendo sin duda la razon el que las feculentas son sustancias hidrocarbonadas mas fácilmente reducibles á acido carbonico y agua que los alimentos azoados. Las bebidas alcoholicas hacen disminuir notablemente el acido carbonico exhalado, coincidiendo este fenomeno con el tiempo que el alcohol tarda en ser eliminado de la sangre: y segun Lallemand, Perrin y Duroy, el alcohol es eliminado en sustancia, bien por la respiracion bajo la forma de vapores alcoholicos, bien por la secrecion urinaria y de ningun modo debe considerarsele como muy combustible en el liquido sanguineo, segun la-

hemos se ha venido admitiendo hasta no hace muchos tiempo por algunos autores.

Por ultimo en algunos estados patologicos se ha observado una disminucion bastante considerable del acido carbonico: tal sucede en el colera, en cuya enfermedad es muy notable tambien la disminucion del calor animal con el que salimos tanta vela con tienen los fenomenos respiratorios.

El vapor de agua existente en el aire espirado esta siempre en relacion con el grado temperatura de los gases de la espiracion, influyendo estraordinariamente en su produccion el estado higrometrico de la atmosfera: la cantidad de vapor de agua que el aire espirado puede tener es casi siempre la misma, pues la temperatura de aquel varia muy poco, oscilando entre +35° á +37° proximamente; ademas dicha cantidad de vapor acuoso producida, en un tiempo determinado, por la respiracion esta en relacion con el desarrollo de los individuos y su capacidad pulmonar: segun los esperimentos de M.r Valentin la cantidad de vapor de agua que en las veinticua-

tro horas elimina el hombre por sus pulmones es de 600 á 800 gramos, siendo dicha cantidad menor cuando la temperatura esterior es muy baja, porque entonces disminuye tambien la del aire espirado y como consecuencia su punto de saturacion.

Segun los trabajos de Lavoisier, Segun, Valentin y Brunner el aire espirado contiene la misma cantidad de oxigeno que el inspirado: otros autores como Gallaurau, Davy y Huff dicen que el nitrogeno esta disminuido en el aire espirado: y por ultimo Bertollet, Despretz, Reguault y otros han encontrado un esceso de nitrogeno en el aire espirado: sinembargo de ser mininas las diferencias, este esceso de nitrogeno debe resultar necesariamente de esos cambios organicos que se verifican con las sustancias orgadas de nuestros tejidos variando su produccion ya por el genero de alimentacion, ya por la falta de esta como sucede en la inanicion: por lo demas segun Lavoisier, Reguault y Reiset es de una importancia muy secundaria el nitrogeno en la respiracion, pues

los animales pueden existir perfectamente respirando en una atmosfera en que sustituya al nitrogeno otro gas no deletereo, el hidrogeno por ejemplo.

Se encuentran por ultimo en el aire espirado una cantidad sumamente pequeña de sustancias organicas que exhaladas en un recipiente cualquiera producen un olor repugnante sui generis, cuyos productos en union de otras sustancias alteran el aire principalmente el de una atmosfera cerrada.

Asi mismo contiene el aire espirado algunas sustancias que no habiendo sido alteradas por la nutricion son exhaladas como en sustancia por la superficie pulmonar comunicando al aire que se impregna de dichos productos el olor propio y caracteristico de las referidas sustancias; tal sucede con el alcohol, almirde, alcanfor etc. en que sus principios volatiles apenas son trasformados por la sangre; respecto al amoniaco, puede decirse que aunque se encuentre en el aire espirado generalmente depende su produccion de la alteracion que sufren las particulas alimenticias que por la masticacion se interponen en-

tre los dientes, por la caries dentaria y cuya por la existencia en la lengua de esas capas morbosas que aparecen en algunos estados patologicos.

Estudiada la composicion tanto del aire inspirado como del espirado, deberia proceder ahora a manifestar los elementos constitutivos de la sangre, en una palabra hacer el analisis de tan precioso liquido, el que sabemos toma una parte tan activa en los fenomenos que se verifican en la respiracion: pero suponiendo conocida su composicion, y abrigando el temor de dar demasiada latitud a este escrito, me veo obligado a pasar por alto cuestion tan importante, y solo me fijare en establecer las diferencias que existen entre la sangre arterial y la venosa y me estenderé a hacer algunas consideraciones sobre los gases del liquido sanguineo.

Bernard, Bischof y por ultimo Magnus han demostrado esperimentalmente que en la sangre existen tres gases que son el oxigeno, nitrogeno y acido carbonico: el oxigeno que se encuentra en la sangre procede del aire atmosferico, y

el acido carbonico y nitrogeno de las trasformaciones y oxidaciones que se verifican en nuestra economia por el trabajo de la nutricion.

Entre los globulos y el oxigeno existe una especie de atraccion ó contacto muy parecido al modo de ser de aquel gas en presencia de la esponja de platino, cuya atraccion ó afinidad se rompe facilmente verificando el vacio en la sangre.

El color que esta adquiere tanto en los vasos arteriales como en los venosos no es debido mas que á la accion que ejercen los precitados gases en el liquido sanguineo: Bichat por medio de la traqueotomia coloca una canula de Mayor en la traquea de un perro: procede á practicar la arteriotomia al mismo tiempo que cierra herméticamente la canula, observando que al suspenderse la respiracion, la sangre que sale de la arteria tiene la coloracion de la venosa, y abriendo la canula dicho liquido recobra su color primitivo.

Bruch dice que el color propio de la sangre es el de la venosa; el oxigeno obra sobre la hematosina, que es la parte colorante de los globulos sanguineos, de una manera poco estable, si pero lo suficiente para dar la coloracion roja á la sangre arterial.

Colóquese dicha sangre arterial bajo la campana de la maquina neumatica, procurese desalojar el oxigeno con otro gas que no tenga accion alguna sobre la sangre (nitrogeno ó hidrogeno) y se observará que aquella adquiere la coloracion propia de la sangre venosa: el acido carbonico no influye en nada en el color color de la sangre: pongase bajo la campana de la maquina neumatica sangre que contenga solo acido carbonico y se observará que desalojado este, el liquido sanguineo continua con su color oscuro, lo que no sucederia si dependiese del acido carbonico: luego lo mas probable es que el oxigeno sea el que dé lugar con su presencia en la hematosina al color rojo de la sangre.

Ahora bien, los gases que se encuentran disueltos en dicho liquido y que tal influencia ejercen sobre la coloracion del mismo establecen diferencias marcadisimas entre la sangre arterial y la venosa; aun cuando tanto esta como la arterial tienen

en su composicion oxigeno, acido carbonico y arae, sin embargo por los esperimentos de Mr. Magnus y Magnudic sabemos que en la sangre venosa la cantidad de acido carbonico relativamente al oxigeno es mayor que en la arterial, pero en esta existe mayor cantidad de oxigeno que en la sangre venosa. Asi en esta como en la arterial se encuentra el nitrogeno pero en cantidades minimas con relacion al oxigeno y al acido carbonico, pero existe en menor proporcion en la sangre venosa.

En cuanto á los principios elementales y constituyentes que entran á formar parte del liquido sanguineo como la albumina, fibrina, globulos, principios estractivos etc. establecen asi como las gases diferencias muy marcadas entre la sangre venosa y la arterial: en esta hay mayor cantidad de globulos que en la venosa en la que á su ver esta aumentada la fibrina. Pero no son tan notables dichas diferencias si hacemos un examen comparativo de la composicion de la sangre venosa en si misma y en cuanto se refiere á su diversos origenes: á poco que reflexionemos puede comprenderse facilmente que

la sangre venosa que partiendo del higado vaya á parar al centro circulatorio no será igual a la que nazca de la glandula parotida ó la que proceda del higado y asi de otros diferentes organos.

Al tratar la historia de las diferentes teorias que sobre la funcion respiratoria han reinado dije, Señores, que Magnus por medio de sus trabajos esperimentales habia indicado una idea nueva, una idea basada en los hechos, una teoria cuyo fundamento radica en fenomenos puramente fisicos: para Mr. Magnus la hace, el principio fijo por el que la funcion respiratoria se verifica no consiste en otra cosa mas que en un cambio de gases: podemos probar esperimentalmente este hecho de la manera mas sencilla: cologuese bajo una campana que contenga oxigeno una vegiga llena de la sangre venosa de un caballo y se observara al poco tiempo de haber empezado el esperimento que parte del oxigeno que se encuentra en la campana pasa al traves de la vegiga, y otra cantidad equivalente de acido carbonico se ha escapado de la sangre venosa, existiendo como se ve gran semejanza

entre los fenomenos de absorcion y exhalacion gaseosa que se verifican en el aparato pulmonar con el anterior esperimento y á su vez entre este con la osmosis de las sustancias líquidas. Si en vez de una vegiga que contenga sangre se coloca debajo de la campana otra que se encuentre llena de agua de Seltz con una proporcion de acido carbonico semejante á la del liquido sanguineo, el resultado final será el mismo Para dar á conocer los fenomenos de osmosis gaseosa bastan los esperimentos anteriores, pero aun pueden ampliarse aquellos con las observaciones de un osmometro ideado por M.r Bedard: consta de una campana invertida sobre la cuba hidrargiro-neumatica: dentro de dicha campana que contiene el gas que se oponga al aire atmosferico se encuentra colocado un recipiente que comunica con un tubo encorvado conteniendo una gota de agua teñida que no desciende en virtud de la capilaridad y sirve de indicador de la corriente: la abertura del recipiente que corresponde á la campana este herméticamente tapada por medio de una membrana humedecida que separa los gases cuyas corrientes osmoticas nos proponemos estudiar: los resultados que ha obtenido M.r Bedard por medio de este aparato son, que cuando á la campana se ha hecho llegar acido carbonico y en el recipiente en ella colocada oxigeno se establece una corriente que es siempre mayor del acido carbonico al oxigeno: ahora bien si tenemos en cuenta el modo de verificarse los fenomenos de absorcion de las sustancias líquidas, admitimos con M.r Bedard que dichos fenomenos tienen lugar por razon de una fuerza que se denomina osmosis, que esta no se produce cuando se hallan en presencia líquidos de densidades diferentes, como se creyó en un tiempo sino que obedecen á la ley fundada en los calores especificos, podemos hacer esta misma aplicacion á la funcion respiratoria dandonos por resultado que siendo el calor especifico del acido carbonico 1,2588 y el de el oxigeno 0,1765 la corriente osmosica debe verificarse con preferencia del acido carbonico al oxigeno como hemos visto sucede por medio del aparato de

M.r Bedard: en los fenomenos de osmosis, los liquidos y los gases que tienen mas calor especifico caminan hacia los que le tienen menor.

Pero es necesario para comprender de una manera clara y precisa el fundamento, el modo de verificarse el cambio de gases en el pulmon tener en cuenta por una parte la ley de Dalton en cuanto se refiere á las diferencias de tension de los gases contenidos en el aire y en la sangre que con tanta facilidad cambia por las condiciones meteorologicas, y por otra rectificar los resultados de los experimentos anteriores referentes á la osmosis gaseosa: con efecto á primera vista parece que la corriente del acido carbonico ha de predominará la del oxigeno en la respiracion por la diferencia de su calor especifico: debemos fijarnos en una circunstancia notable y es que si en vez de hacer el experimento de M.r Bedard con gases completamente aislados aponemos al oxigeno el acido carbonico disuelto en un liquido entonces se observará que la corriente se equilibra y acaso domine la del oxigeno

hacia el gas contrario: esto mismo sucede en los fenomenos de osmosis respiratoria; asi pues hay que contar con otra condicion que á primera vista resalta y es la diferente solubilidad de los gases: el acido carbonico es muy soluble en el agua, el oxigeno lo es muy poco de suerte que la la osmosis gaseosa tiene indispensablemente que vencer ese estado de solubilidad del acido carbonico en la sangre, que alguna resistencia ha de ofrecer, y en cambio puede comprenderse como las corrientes osmoticas guardarán cierto equilibrio sin que predomine la una á la otra.

En resumen, Señores, la serie de hechos que acabo de indicar respecto al modo de verificarse la funcion respiratoria, nos hacen comprender que aquella, considerada en si misma, no consiste mas que en un cambio de gases, es decir, que el papel principal del aparato pulmonar en la respiracion queda reducido á esos cambios gaseosos que tienen lugar por el intermedio de las paredes sumamente finas de las ramificaciones vasculares que se estienden en numero infinito en las

vesiculas del pulmon.

El oxigeno llega á la sangre y circula con ella, por el intermedio de los vasos, hasta lo mas intimo de nuestros organos donde se verifican esos cambios quimicos de oxidacion que dan lugar á los fenomenos propios y caracteristicos de la nutricion: y de las metamorfosis contimuas que en esta ultima tienen lugar resulta necesariamente la produccion del acido carbonico y del nitrogeno que circulan con el liquido sanguineo.

Ahora bien; ¿podemos darnos por satisfechos al conseguir el estado brillante de los conocimientos modernos acerca de la respiracion, principalmente comparandolos con la serie de absurdas hipotesis que reinaban en la antiguedad? desde luego podemos decir que si: pero por mas risueño que se nos presente el horizonte cientifico, por mas que los trabajos de constantes esperimentadores nos hayan hecho comprender fenomenos que hasta el presente habian permanecido envueltos en la duda, sin embargo, nuestra amnio no debe estar convencido de que se haya dicho la ultima palabra sobre cuestion tan impor-

tante, como de otras muchas que abraza la ciencia fisiologica. Mas se me ocurre hacer una observacion para dar fin á mi trabajo: grande ha sido la constancia de los fisiologos modernos al emprender el estudio de los fenomenos que tienen lugar en la funcion respiratoria: muchos han contribuido á esclarecer las cuestiones mas dificiles los adelantos quimicos modernos; en una palabra, no se puede tachar al presente siglo de escaso en hombres pensadores y sabios por lo que se refiere á la ciencia fisiologica; pero aunque la fisiologia en lo que atañe á la respiracion ha conseguido grandes adelantos y cuenta ademas con notables trabajos esperimentales, ¿deberemos considerar, Señores, todo esto de otra manera mas que como detalles de mayor ó menor importancia? casi me veo inclinado á creerlo asi, y tanto mas cuando observo que la teoria del eminente Lavoisier aunque haya sido modificada, sirve todavia de base á los conocimientos modernos, y en rigor su fundamento, el principio fijo no ha cambiado y solo se ha tomado en consideracion ser otro el sitio en que

tienen lugar los fenomenos mas esenciales de la funcion respiratoria.
Asi pues, para concluir debo de hacer una pregunta: ¿que es la respiracion? mi escaso saber no puede contestarla: es preciso lo haga quien se crea con mas merecimientos para ello, con mayor ciencia cuan: quiero repetir las palabras del ilustre quimico, del inmortal Lavoisier diciendo: "La respiracion no es mas que una combustion lenta de carbono é hidrogeno, semejante en un todo á la que se verifica en una lampara ó en una bujia encendida y bajo este punto de vista los animales que respiran son verdaderos cuerpos combustibles que queman y se consumen."

.....

.....

He concluido mi tarea, Señores: todos mis esfuerzos han sido inutiles para esplanar mi tema con todo el lucimiento que se merece, de suerte que si los presentimientos que mi animo abrigaba han sido confirmados culpese no á mi deseo que es muy grande, sino á mis escasos conocimientos: desde luego habra dominado habrá dominado esta ultima idea en la

reconocida ilustracion de los Señores que componen el jurado, por lo que no puedo menos de suplicarles me dispensen lo mucho que les habrá molestado la lectura de este escrito y sus innumerables faltas.

José Elias y Herreros

Madrid 12 de Setiembre de 1872.

b18821418

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE
5315409021