

Discursos MS. para el Doctorado. Ca 2580 (108)

Legajo 6o. n.º 108.

81-9-A = n.º 6.

1878.







*Fisiología*  
de la  
*Respiración.*



6 18912345



Miño Señor:



Es de todos conocida la vastísima extensión de la ciencia Médica; nadie ignora tampoco, las grandes e inmensas dificultades y escollos con que tropiezan a cada paso, aun las inteligencias más elevadas, y los géneos más profundos y distinguidos, que se dedican a la investigación y estudio de los fenómenos que tienen lugar en los cuerpos vivos, puesto que estos, se rigen por leyes especiales, y que salen fuera, en muchos casos, de las acciones físico-químicas, para entrar en el dominio de otras de orden más elevado, cuales son, las fuerzas vitales; fuerzas tan difícil, por no decir imposible, de ser penetradas por la limita-



da inteligencia humana, y á la que no conocemos -  
mas que por sus efectos.

Siendo pues, tan complicadísimas é in-  
tricadas las cuestiones sobre las cuales puede girar  
el presente escrito, aun como he dicho ya, para los  
hombres mas doctos y experimentados, ¿como es posi-  
ble, que midiendo mis reducidas fuerzas, me atreva  
á abordar de frente, y ni siquiera á pretender desa-  
rollar medianamente, un tema cualquiera, sin an-  
tes solicitar la benevolencia de los que tienen que  
juzgar mi humilde trabajo?

Seguro de ella, mas bien que de mis  
reducidos recursos científicos, haré cuanto posible me  
sea, para explicar de la mejor manera que me sea  
dable, las funciones de la respiracion bajo el punto  
de vista físico-químico-vital, quedando sumamente  
complacido, si consigo tan solo no molestar la eleva-  
da atencion de tan ilustrado auditorio

Quando un órgano ó un aparato  
funciona con regularidad, sin que sobrevenga en él,

ningun trastorno patológico, el sujeto no se da cuen-  
ta de los fenómenos que tienen lugar en dicho órgano:  
mas si á consecuencia de alguna alteracion cualquie-  
ra, se interrumpe esta funcionalidad normal, dando  
por resultado inmediato, la alteracion en el ejercicio á que  
está destinado el órgano afecto, el individuo se aper-  
cibe y pára atencion en el trastorno que le ha so-  
brevenido.

Concretemos el caso, y fijemonos por un  
momento en lo que nos sucede cuando respiramos en  
perfecto estado de normalidad fisiológica.

Como esta funcion se ejecuta de una manera,  
hasta cierto punto, independiente de la voluntad, no nos  
damos cuenta y razon de que nuestros órganos pulmo-  
nales funcionan, ni aun siquiera recordamos que tenga-  
mos dichos órganos. Por el contrario; si á consecuencia  
de una alteracion cualquiera, ya sea directa, ó in-  
directa, resulta dificultad en el ejercicio de la funcion  
respiratoria, entonces nos fijamos en que algo en nues-  
tro organismo debe haberse alterado.

Estas causas u otros parecidas, es facil  
que hayan sido de las que los grandes géneos observa-  
dores, hayan tomado por punto de partida, para el



estudio y explicacion de la funcion que nos ocupa.

Teniendo en cuenta la verdad filosófica, de que iguales causas y en identidad de condiciones, producen unos mismos efectos, cuyo principio rige invariablemente y de una manera absoluta á todos los fenómenos físico-químico-naturales, claro es, que el hecho que cae bajo el dominio de la observacion, ha debido ser en todas épocas invariablemente igual, y solo en la manera de ser comprendido y explicado, es en lo que ha habido disidencias y opiniones mas ó menos distintas, dando esto por resultado, la formacion de diversas teorías, en las cuales se observa siempre relacion con el estado de las ciencias, en la época en que dichas teorías nacen.

No es extraño pues, que en los primitivos tiempos de la Medicina, en que se puede casi asegurar, que ninguno de los conocimientos humanos podia ser elevado á la categoria de ciencia, por falta de suficientes materiales de observacion, para poderse remontar á la induccion y generalizacion, y formar, por lo tanto, leyes y principios que son indispensables á toda ciencia, tenian que concretarse los conocimientos médicos, á lo que por pura observacion se conocia,

no pudiendo tampoco recibir el auxilio tan necesario para ilustrar esta observacion, de las demás ciencias naturales.

Por esto no nos es muy difícil comprender, el por qué los antiguos Médicos, fijandose en las alteraciones mecánicas de la funcion respiratoria, creyeron que dicha funcion, solo tenia por objeto el poner el aire en contacto con la sangre, y refrigerarla, cuya explicacion, estaba en conformidad con las ideas generales que se tenian sobre la formacion de todos los seres, por la combinacion de los cuatro elementos; agua, tierra, aire, y fuego, representados en los seres, por las propiedades de humedad, sequedad, frialdad y calidez. En virtud de estos conocimientos dominantes, á los cuales estaban subordinadas todas las teorías, la funcion respiratoria se explicó diciendo, que la calidez en la sangre, se acumulaba, y que por lo tanto, debia ser compensada por la frialdad, representada por el aire atmosférico, cuyo fenómeno tenia lugar en los pulmones, por contacto entre la sangre y este elemento.

El célebre médico de Pergamo, Claudio Galeno, admitió la existencia de los tres espíritus, que dió á conocer con los nombres de natural, vital,



y animal; cuyos espíritus, se reducían á uno solo, que se encontraba en la sangre. El natural, se desprendía del hígado, desde cuyo órgano, pasaba á los pulmones á recibir la influencia del aire atmosférico y transformarse en vital, trasladándose por medio de las arterias, á transmitir su influjo á toda la economía, y llegando al cerebro, sufría una nueva atenuación por la acción del aire que penetraba en los ventrículos cerebrales, al traves de la lámina cribosa del estróides, en el acto de la inspiración. Ya vemos en estos hechos, la opinión del célebre Galeno respecto á la misión desempeñada por la función respiratoria.

Avanzando los tiempos, fueron observados una serie de fenómenos, que dieron margen á la formación de nuevas teorías, que fueron invalidando á las anteriormente citadas.

Cuando Boerhaave, en el año 1668, descubrió el ácido carbónico, probó por una serie de experimentos, que este gas no servía para sostener la respiración, á pesar de poseer igual temperatura que el aire atmosférico, pues los animales obligados á respirar en una atmósfera de aquel gas, morían al poco rato.

Por otra parte, Van-Helmont, se fijó

en que el aire después de servir para la respiración, se convertía en un gas irrespirable, al que dió el nombre de gas silvestre, observando que este gas tenía iguales caracteres y propiedades, que el que se producía en la combustión del carbono y en la fermentación del mosto.

Algunos años después, Priestley, dió á conocer el hecho, de que el aire saturado de ácido carbónico, favorecía el desarrollo de los vegetales y que en contacto de estos, se hacía nuevamente apto para satisfacer las necesidades de la respiración, dando á conocer también, la existencia del aire deflogisticado ó oxígeno, y del aire con flogisto, ó sea con azoe.

Á estos trascendentales descubrimientos, podemos añadir el no menos importante, acaecido á mediados del siglo XVII, debido á Fracassati y Lower, los cuales deshicieron el error dominante en aquella época, en que se veía, que el líquido sanguíneo, se transformaba, de venoso en arterial, en la cavidad cardíaca; demostrando, que esta metamorfosis, tenía lugar en el interior de las vesículas pulmonales.

Por último; Lavoisier, fué el que, des-



pues de analizar el aire atmosférico y fijar su composición, esplicó el importante papel que este desempeña en los fenómenos de la respiración, dando al oxígeno la mayor importancia, y explicando su teoría química, fundada en la oxidación de los elementos orgánicos, y en especial, la del carbono e hidrógeno de estos, dando por resultado el ácido carbónico, á consecuencia de la oxidación del primero de estos cuerpos, y agua en vapor, formada por la oxidación del segundo; cuyos dos productos de combustión, son eliminados durante la función respiratoria. Designó como sitio de estas combustiones, la trama pulmonal.

A pesar del tiempo transcurrido hasta nuestros días, puede decirse, que subsisten aun las teorías de este célebre químico, salvo algunas modificaciones debidas al desarrollo incesante, que están adquiriendo cada día, las ciencias auxiliares de la Fisiología.

Hemos asignado ya, que Lavoisier creyó; que el principal objeto de la respiración, era satisfecho en los pulmones, puesto que designó como sitio, casi esclusivo de las oxidaciones orgánicas, á dicho órgano, siendo así, que hoy día se sabe, que estas oxidaciones, alcanzan el maximum de su actividad

en la trama de todos los tejidos orgánicos. El pulmón, no es mas que uno de tantos órganos, á quien está encomendada una determinada serie de funciones, siendo las suyas, las que tienen por objeto poner los elementos de la sangre, en contacto con los elementos del aire atmosférico, y permitir la expulsi6n de parte de los productos de las oxidaciones intracelulares.

Después de esta breve reseña histórica, veamos la manera mas exacta de fijar la definición mas conveniente, con arreglo al estado contemporáneo de las ciencias, ó sea, que debemos entender por respiración en general.

Autores ha habido, que han definido la respiración diciendo, que es una función en virtud de la cual, el oxígeno del aire, poniéndose en contacto con los elementos de la sangre, se combina con algunos de ellos, resultando de estas combinaciones, la transformación de la sangre venosa en arterial.

El distinguidísimo fisiólogo, Beclard, define esta función y dice, que es aquella, que tiene por objeto, la transformación de la sangre venosa en arterial.



Tambien se la ha considerado por otros, como una funcion en virtud de la cual, el aire entra y sale de los pulmones, y la sangre venosa se transforma en arterial.

Como se puede observar, en las anteriores definiciones, se toma como hecho culminante para definir la respiracion, el acto de convertirse la sangre venosa en arterial por influjo del aire atmosferico en la trama pulmonal; por lo tanto, a mi entender, esta manera de definir, adolece del defecto de no abrazar mas que la respiracion pulmonal, no haciendo referencia a las demas clases de respiraciones, cuales son: la cutanea, la de las superficies mucosas, y la tan importante respiracion intersticial.

No trato de ninguna manera de formar un catalogo de definiciones, pues me separaria algun tanto del programa que me he trazado, asi es que paso por alto el hacer mencion de algunas de ellas, por ser casi iguales a las anteriores, y por lo tanto, adolecer de los mismos inconvenientes de falta de generalidad. Apesar de estas consideraciones, obligado a definir el asunto de que me ocupo en la presente memoria, me inclino a aceptar la que

el profesor Wunt de Heidelberg, asigna en su nuevo y original tratado de Fisiologia Humana, por parecerme bastante concisa y general.

Considera si la respiracion, como la parte de los fenomenos de la nutricion, que comprende la absorcion y la eliminacion de los gases.

Como se puede ver, esta definicion comprende en si, ademas de la pulmonal, la que se verifica en las superficies que se encuentran en contacto con el aire, y la intersticial o celular.

Indudablemente, la respiracion pulmonal e intersticial, constituyen el prototipo de esta funcion en los animales superiores, asi es, que me entenderé algun tanto, en la descripcion de ellas, contentandome con recordar, como de paso, algo sobre la respiracion cutanea.

Si observamos detenidamente lo que sucede cuando un animal respira, de seguro nos asaltaría la idea de considerar la diversidad de fenomenos que tienen lugar en la tan compleja funcion respiratoria, y como consecuencia de esta observacion, no



podemos menos de comprender, que al paso, que la entrada y salida del aire en los pulmones, y el mecanismo en virtud del cual el torax se dilata y contrae, son fenómenos de orden físico, el cambio de composición que presenta el aire después de haberse puesto en relación con la sangre, depende de causas químicas. Además de esta serie de fenómenos, los hay que no están subordinados ni a leyes físicas ni químicas, sino que se producen de un modo particular y maravilloso, siendo resultado de la acción de la vida.

De aquí, la necesidad de dividir los fenómenos respiratorios, en físicos, químicos y vitales

El primer fenómeno en que debemos fijar nuestra atención, dentro del grupo de los físicos, es el cambio de volumen que experimenta la cavidad torácica. Este cambio, puede ser producido, ya sea por aumento, ó ya por disminución en la longitud de los diámetros del torax, cuyo aumento y disminución se verifican de un modo acompañado y constantemente rítmico, y á consecuencia de la con-

tracción y relajación sucesivas, de cierto grupo de músculos.

Los pulmones, contenidos en la cavidad torácica, á cuyas paredes se hallan pegados por intermedio de la pleura, al dilatarse ó contraerse dicha cavidad, tienen que seguir con precisión, el movimiento de sus paredes, único movimiento que ejecutan los pulmones en los actos mecánicos de la respiración.

El aumento de volumen ó capacidad de la cavidad torácica, tiene lugar, por aumento en los diámetros, antero-posterior, en el transversal ó bilateral, y en el supero-inferior ó longitudinal.

El diámetro antero-posterior, se hace mayor en virtud del levantamiento de la extremidad anterior de las costillas, y como consecuencia de este movimiento, la impulsión hacia adelante del esternon, con el cual se articulan las costillas, ya directamente, ó por el intermedio de los cartílagos de prolongación. Al ascender las extremidades costales anteriores, quedan formando ángulo mas ó menos recto con la columna vertebral, con quien se articulan por su extremidad posterior, en vez del agudo que formaban antes de ascender.

• tumenta el diámetro bilateral, de la manera



siguiente. En estado de contraccion, las costillas estan dispuestas de tal manera, que sus caras convexas o esternas, estan dirigidas un poco hacia abajo; mas en el acto de la dilatacion del torax, verifican un pequeño e imperceptible movimiento de rotacion sobre su eje, que da por resultado, el que las citadas caras de las costillas, se dirijan y miren casi directamente hacia arriba.

El tercer diametro, o sea el vertical, debe su aumento, a que el diafragma, que como sabemos en estado de relajacion es convexo en el interior de la cavidad toracica, al entrar en contraccion sus fibras, producen el aplanamiento de dicha convexidad, cuyo cambio de forma, es indudable que tiene que aumentar el citado diametro.

Todos estos movimientos del torax obedecen a la accion contractil de un estenso número de músculos, entre los que podemos enumerar, a los pectorales (mayor y menor); serrato lateral; intercostales externos; supracostales; intercostales internos e infracostales; el diafragma: ect. ect, los cuales, en virtud de sus variadas y convenientes inserciones, producen los movimientos en el torax, que ya hemos

indicado.

Hemos tenido ocasion de asignar anteriormente, que los pulmones, siguen tambien los movimientos de dilatacion y contraccion del torax, por encontrarse unidos a sus paredes, y al verificarse la amplificacion de los diámetros torácicos, y dilatacion de los pulmones, el aire que estos contienen, se empuja, y en su consecuencia, disminuye de presion; más como se encuentra en comunicacion con el aire exterior, que está a una presion mucho mayor, este se lanza al interior de las vesículas pulmonales dilatadas, en busca del equilibrio; ley física a que deben obedecer constantemente los fluidos: se ha asignado a este conjunto de fenómenos físicos, el nombre de inspiracion. Al finalizar estos fenómenos, si que un pequeño intervalo de reposo, durante el cual tiene lugar, el importante cambio de gases que tendremos ocasion de describir. Despues de este corto intervalo, esa la contraccion de los músculos torácicos, que sabemos fué la causa de la dilatacion del torax, por cuyo motivo, descienden las costillas, se retrae el esternon, vuelve a rehacerse la concavidad del diafragma, y el pecho recobra su primitivo vo-



lumen; por lo que, comprimido el aire que contenia el pecho en mayor cantidad de la que contraido puede retener, aumenta su presion y por lo mismo se vé obligado á lanzarse al exterior, en busca tambien, como en el caso anterior, del equilibrio de presion con el aire atmosférico. Este segundo grupo de fenómenos, constituye el movimiento de expira-  
cion.

tanto el movimiento de inspiracion como el de expiraion, son independientes de la voluntad, la cual, solo puede ejercer su imperio, hasta cierto límite, pudiendo hacer, que se retrarde por mas ó menos tiempo la ejecucion de estos movimientos, pero al fin, viene un momento de malestar y una angustia insoportable, que obligan al animal á unificar los movimientos respiratorios con gran ansiedad, y de una manera casi inconsciente. La duracion del imperio de la voluntad sobre estos fenómenos, puede ser mayor ó menor, teniendo en cuenta, que oscila por lo general entre pequeñas variantes, pues solo dura de algunos segundos á uno ó dos minutos, en relacion tambien con el sexo, edad, temperamento, estado de salud ó enfermedad etc.

A consecuencia de la dilatacion del torax y penetracion del aire atmosférico en el interior de las vesículas pulmonales, se pone éste en contacto mediato con la sangre que circula por los pequenísimos vasos que constituyen la fina red pulmonal sanguinea, teniendo lugar entonces una serie importantísima de hechos, que dan por resultado un cambio mútuo de elementos gaseosos entre el líquido sanguineo y el aire atmosférico.

Para poder explicar debidamente estos fenómenos, no es conveniente dejar de recordar, en primer lugar la estructura de los órganos pulmonales, como sitio en donde tiene lugar una parte muy importante de la funcion fisiológica que nos ocupa; y mas, debemos decir algo tambien, de los elementos sanguineo y aéreo, como factores interno el primero y externo el segundo, que intervienen y son causa de fenómenos fisico-químicos muy importantes.

Los pulmones, por su estructura, pueden ser comparados, y lo han sido en efecto, á un sistema de glándulas en racimo y efectivamente, los lóbulos



pulmonales representan aquí los acini de las glándulas: los canalículos respiratorios, forman los conductos secretores; en tanto que las ramificaciones bronquiales, los bronquios y la tráquea, figuran como conductos escretores.

A pesar de estas grandes semejanzas entre los pulmones y las glándulas acinadas, si damos corte en diferentes sentidos y dividimos la trama pulmonal, no se presenta la estructura granulosa que se observa en las espesadas glándulas.

Encontramos en la trama pulmonal, y como sitio importantísimo de los fenómenos físicos de la respiración, las vesículas pulmonales, que constituyen verdaderamente unas simples dilataciones de los canalículos respiratorios: son sumamente diminutas, y están limitadas por paredes que solo miden  $0.002^m$ , y que están constituidas por tejido conectivo homogéneo: no está aun resuelta la duda que existe, respecto a si están o no, las paredes de estas células, revestidas, por su cara interna, de un epitelio laminoso. De estas células emanan, como hemos ya indicado, las últimas ramificaciones bronquiales, de estructura parecida a la de las vesículas; su diámetro

es algo menor que el de estas, puesto que hemos adivinado ya, que las vesículas, constituyen unas simples dilataciones de las últimas ramillas bronquiales. Estas ramillas, se anastomosan unas con otras para dar nacimiento a ramas de mayor calibre, que a su vez se unen, también, dando lugar a la formación de bronquios mas gruesos. Como resultado final de consecutivas y repetidas anastomosis, resultan dos gruesos conductos, uno para cada pulmón; los que por su fusión en ángulo agudo, constituyen el conducto traqueal, que representa perfectamente el tronco del árbol aéreo, cuyas ramas están representadas por las sucesivas anastomosis desueltas.

La estructura de los últimos canalículos bronquiales, es igual a la de las vesículas; más a medida que por su mutua anastomosis van aumentando de calibre, se hace también mayor el espesor de sus paredes, cambiando su estructura, de conectiva homogénea, en fibromuscular, hasta que en los gruesos troncos y tráquea, adquiere también en dicha estructura, unos semianillos cartilagosos. Estos conductos aéreos, están revestidos por su superficie interna, por una



capa de epitelio, laminoso en los bronquios de menor calibre, y vibratil en los otros.

Ademas de lo descrito hasta aqui, no podemos dejar de tener presente, que en la estructura pulmonal, entran como elementos tambien de mucha importancia, vasos sanguineos aferentes (arterias pulmonales y bronquiales); vasos sanguineos eferentes (venas pulmonales y bronquiales); vasos y ganglios linfaticos; filetes y ganglios nerviosos, probablemente estas ramas nerviosas del simpatico mas, y del pneumogastrico las restantes: unidas y anastomosadas con los ganglios, constituyen una red conocida con el nombre de plexo pulmonal.

Los elementos que hasta aqui hemos enumerado, a esepcion hecha de los bronquios y tráquea, se encuentra todo envuelto por una trama de tejido conjuntivo homogéneo.

Como se ve, la estructura del pulmon, está dispuesta de la manera mas conveniente para que en su interior, puedan verificarse con toda precision los fenómenos físico-químicos que en dichos órganos tienen lugar: tenemos, por una parte, que la columna de aire que en el acto de la inspiracion

entra por la boca, fosas nasales, laringe y tráquea, al final de esta, y en virtud de las subdivisiones que sufre en los bronquios, bronquiolos, ect. se ve obligada, dicha columna aérea, a dividirse y subdividirse varias veces antes de llegar al interior de las vesículas, obligando asi, a que el aire, antes de ponerse en relacion con la columna sanguínea, haya recorrido mucho mayor trayecto, que el que hubiera seguido a no ser por la disposicion arborescencia de los conductos aéreos, y por lo tanto, que la superficie para el cambio de gases, sea mayor, y mayor tambien el tiempo de contacto entre el aire y las vias respiratorias. Además; siendo como acabamos de decir, mas prolongado y estenso este contacto, debe producirse en mayor proporcion la calefaccion del aire inspirado, no llegando bruscamente a enfriar el interior de los pulmones.

La estructura finisima de la muy delgada membrana que limita la cavidad vesicular, y por otra parte tambien, la tenuidad de la que presentan los pequeños vasos que rodean a dichas vesículas, constituye tambien una disposicion anatomica sumamente abonada para la satisfaccion facil de la



funcion fisica de endosmosis y exosmosis gaseosas, que es a lo que estan destinados estos organos celulares.

Despues ya en conjunto el aparato en donde tienen lugar las funciones respiratorias, toca- nos dar una sucinta idea de la composicion de la sangre, como factor interno, que interviene direc- tamente en el acto respiratorio, y de la constitucion del aire atmosférico, como factor externo.

La sangre, en la especie humana, es un liquido opaco, de color rojo cereza visto a la luz refleja, y con un tinte ligeramente verdoso a la luz directa. Su densidad, oscila entre los limites de 1'04 a 1'04: en temperatura, es tambien algo variable entre 34 y 41 grados. En circulacion en los vasos, es liquida; mas al poco rato de extraida de ellos su masa, se divide en dos porciones; solida y de un color rojizo la una, y liqui- da y de color amarillento la otra. Llámase coágulo a la primera, y suero a la segunda. Esta separa- cion de elementos que se observa en la sangre tiene lu- gar siempre que se la deja en reposo al salir de los vasos, y se coagula espontaneamente, mas si en vez

de estas condiciones, se activa la coagulacion, agitando rapidamente con una varilla el liquido sanguineo, ve- rinoso, que al poco rato, se van depositando por capas sucesivas en el agitador, fibrillas más o menos largas, de un color blanco amarillento sucio, formadas por fibrina. La notable diferencia que se observa entre el primi- tivo coágulo obtenido por coagulacion de la sangre en reposo, y el de la sangre agitada, nos la podemos expli- car, teniendo en cuenta, que en el primer caso, la coa- gulacion de la fibrina, tiene lugar produciendose fibras de esta sustancia, que se cruzan y anastomosan unas con otras, formando una red de estrechas mallas, entre las cuales quedan como aprisionados los corpús- culos rojos, a cuya circunstancia es debido este color que presenta el coágulo; al paso, que cuando por medio de la varilla agitamos rapidamente la sangre a su salida de los vasos la coagulacion de la fibrina no puede producirse en forma de red, pues con la aji- tacion, se rompen y disgregan las fibrillas, no produen- do, por lo tanto, en este caso como en el anterior, ser rete- nidos los citados cuerpos solidos de la sangre, no presentándose, por lo mismo, la coloracion roja que se observa en el coágulo obtenido por el primer procedi-



niento.

Cuando por el citado método de agitación por medio de la varilla, hemos obtenido la sustancia blanco-amarillenta viscosa, ó sea la fibrina, nos queda un líquido de color rojizo, que tiene en suspensión un cierto número de elementos sólidos, los que podemos separar por medio de la filtración, de lo que resultará, que en el filtro, tendremos recogidos los corpúsculos rojos y blancos, pasando á través de él, un líquido privado de la fibrina y glóbulos por las dos operaciones mencionadas; cuyo líquido constituye el sero.

Como resultado de las mencionadas manipulaciones, obtenemos tres diferentes elementos para la descripción del líquido sanguíneo. Son, como hemos ya dicho, la fibrina; el sero; y los glóbulos ó corpúsculos.

La fibrina, es un principio inmediato del organismo, perteneciente al grupo de las sustancias albuminoides, y por lo tanto, sulfuro-nitrogenada.

Según las teorías de los químicos modernos, la fibrina que obtenemos de la sangre, por coagulación, resulta, según muchas probabilidades, del desdoblamiento espontáneo de una sustancia líquida llamada plasmína, resul-

7

tado de la combinación de las materias fibrinógena y fibrinoplástica. Hay autores, y entre ellos Schmit y Virchow, que creen, que estas dos sustancias se encuentran separadas en la sangre contenida en los vasos, en virtud de una causa desconocida, y que cuando esta sale de dichos vasos, se combinan la sustancia fibrinógena con la fibrinoplástica, dando por resultado la fibrina insoluble: otros admiten, como origen de esta, á los leucocitos, presentando como prueba, el que se ha observado, que la sangre de la rana, privada de estos cuerpos, no se coagula. Heynsius es de opinión, de que la fibrina procede de los estomas de los corpúsculos rojos. Es indudable, que los corpúsculos rojos son células caídas procedentes de la transformación de los leucocitos, y que por su destrucción se produce fibrina; bajo este punto de vista, es cierto que los citados autores tienen razón en suponer que la fibrina de la sangre debe su origen á los glóbulos. Campos es menos cierto, que estos cuerpos se forman y destruyen continuamente durante su circulación, y sin embargo, en estado fisiológico no se coagula el producto de esta destrucción, por cuyo motivo las anteriores teorías nada nos dicen respecto á la causa del estado sólido de la fibrina



en reposo.

etun cuando la primera de estas teorías, no tiene pruebas evidentes en su favor, dada la imposibilidad en que nos encontramos de producir reacciones precisas y concluyentes con la sangre en estado de circulación en los vasos, como quiera, que tampoco tiene argumentos en contra que la invaliden como sucede a las otras, podemos admitirla provisionalmente, hasta tanto, que nuevos descubrimientos nos proporcionen otros datos mas fijos para la explicación de un fenómeno tan singular.

La fibrina sólida, se nos presenta de consistencia elástica, en placas ó fibras de un color blanco amarillento sucio; aida con blanca brillante desprendiendo el olor característico de las sustancias corneas, volatilizándose por completo: es soluble en la potasa caustica, de cuya disolución puede ser precipitada nuevamente, neutralizando dicho álcali por medio del ácido acético. Tratada por el ácido hidrocórico diluido, se transforma en sintonina ó fibrina muscular.

Tiene la propiedad de descomponer el agua oxigenada desprendiendo oxígeno, lo cual se explica admitiendo, que parte de este oxígeno se encuentra en el agua oxigenada al estado de autozono, y que el resto

de este, es transformado en ozono por la fibrina, combinándose el uno con el otro, de cuya unión resulta el oxígeno ordinario, que es el que se desprende: pierde esta facultad reductora, desde el momento en que ha sido espuesta a una temperatura mayor de 99°.

El suero, es un líquido acuoso que contiene, según Wundt, algo de sustancia fibrino plástica y fibrinógena; albúmina, en los dos estados de simple disolución coagulable por medio del calor, y el ácido nítrico, y en combinación con parte de la sosa, bajo la forma de albuminato de esta base alcalina.

Se encuentran tambien en el suero, pequeñas cantidades de palmitina, oleina y estearina, cuya proporción, puede aumentarse, a consecuencia de un régimen alimenticio abundante en materias grasas, comunicando entonces al suero, un aspecto lechoso: contiene además este líquido, algo de colesterolina y glicosa, especialmente en la sangre que lleva la vena porta: los ácidos láctico y butírico, materias extractivas; sustancias minerales, tales como la sosa, la cal, la magnesia y el amoníaco, en combinación con los ácidos clorhídrico, carbonico, fosfórico y láctico, formándose tambien, sales de ácidos grasos fijos y volátiles; además,



contiene una pequeña cantidad de materia colorante amarilla, y gases en disolución. Hemos dicho ya, que la parte sólida de la sangre contenida en los vasos, está representada por los

Globulos: blancos ó leucocitos unos, y rojos ó corpusculos sanguíneos otros.

Los primeros, son verdaderas células provistas de sus correspondientes núcleos, y formados por masas de sustancia albuminóide, conteniendo en su interior, mayor ó menor número de granulaciones griseas. Su importancia mas capital, estriba en que son los elementos, que por su transformación, constituyen el origen de los corpusculos rojos.

Esta segunda clase de globulos, tiene en el hombre, una forma discoidal, con una ligera depresion en el centro, y un reborde marginal, lo que les da un aspecto parecido al de una moneda recientemente acuñada. La depresion central, es mas transparente que lo restante del corpusculo, lo que hizo creer á algunos micrografos, que estos cuerpos estaban madados.

Su estructura, ha sido cuestion que ha dado pábulo á multitud de discusiones: es un punto que ofrece un inmensísimo interes, puesto que, de su explicacion

depende, como vemos, la base de las teorías químicas modernas, sobre la funcion respiratoria.

Hay autores, entre los que figuran Kelliker y Leydig, que sostienen, que el corpusculo sanguíneo, es una verdadera célula provista de su correspondiente membrana. Botcher, afirma que los citados globulos, contienen núcleos, tomando como á tal, la depresion que hemos dicho presentan los discos rojos; opinion, que no puede ser de ninguna manera aceptada.

Segun los trabajos mas recientes debidos á Buncke, Schultze y Beale, que niegan por completo la existencia de la cubierta celular; á Grey que considera á los globulos rojos como masas gelatinosas embibidas en agua; á Donny, que los compara á pequeños parenquimas, y por último, al muy distinguido histólogo español D. Maestre de San Juan, que admite que los globulos rojos estan constituidos por pequeñas masas de estructura casi homogénea, de forma determinada, elasticas, blandas é insolubles en el agua, sin membrana exterior, y unido su estroma á una materia colorante llamada hemoglobina, de caracter albuminóide. Esta última opinion, es la que mas conformidad guarda con la explicacion que dan los fisiólogos modernos, respecto á las



importantísimas funciones que los corpusculos rojos desempeñan en el acto respiratorio. En efecto: Schambergin e Hbis han comparado la acción de los glóbulos rojos, á lo que se observa en la esponja de platino, condensando como ésta, el oxígeno atmosférico entre sus estromas, transformándole en ozono, que según todas probabilidades, se encuentra retenido por la hemoglobina.

Schmitt, ha demostrado también, el poder oxidante enérgico de la hemoglobina y de la hematina, no dando importancia á la ausencia de la reacción del papel de iodo, por no ser muy sensible, valiéndose para sus experimentos, de la tintura de guayaco, que puesta en contacto de las citadas hemoglobina y hematina, toma una coloración azul: además, estos principios, tienen la propiedad de decolorar á la disolución de indigo.

Visto un glóbulo rojo aislado, presenta una ligera coloración rosa, pero vistos en masa, la poseen rojo intensa.

Como hemos tenido ocasión de indicar, los glóbulos rojos, están formados de una masa incolora é insoluble en el agua, á la que llamaremos, con Wundt, stroma; y de un líquido rojo, que contiene la materia colorante de la sangre, ó sea la hemoglobina, conteniendo además, sustancias minerales

y gases.

El stroma, parece estar compuesto de dos sustancias albuminoides, que son; la materia fibrinoplástica, y el protagon.

La hemoglobina, se encuentra al estado líquido imbibida en el estroma: puesta en contacto del aire atmosférico, absorbe oxígeno, constituyendo entonces, la oxihemoglobina, cuyo oxígeno puede ser eliminado fácilmente de dicha sustancia, por varias acciones químicas ó físicas, quedando convertida en hemoglobina reducida; en el primer caso, presenta una intensa coloración roja, siendo esta azulada en el segundo. Se disuelve fácilmente en los álcalis diluados, y por lo tanto es soluble también en el suero, que como sabemos ya, contiene estos álcalis en mayor ó menor cantidad; de modo, que si por una acción física ó química cualquiera, como por ejemplo, una corriente eléctrica, un descenso notable de temperatura, ect. hacemos, que quede libre la hemoglobina por destrucción del estroma globular á que se encuentra unida, se disuelve en el suero sanguíneo, al que comunica una coloración roja. Formando parte del glóbulo rojo en la sangre, contiene oxígeno bajo dos estados distintos; por medio mecánico,



y además, en estado de combinación muy inestable, y en su oxígeno, procede del que ha absorbido en el acto de la respiración, que, según algunos autores, le retiene transformado en ozono.

Tratada una disolución de hemoglobina por el alcohol concentrado, las sales metálicas, los álcalis concentrados y los ácidos, se descompone en una sustancia albuminosa llamada globulina, y en otra colorante roja, ó sea la hematina. Cuando se hace reaccionar á un mismo tiempo sobre la hemoglobina, una mezcla de ácido acético y cloruro sódico, se observa, que después de algunas horas, se precipitan unos cristales, formados por el clorhidrato de hematina, ó sea la hemina.

La globulina, que se obtiene como producto de la descomposición de la hemoglobina, es una sustancia completamente análoga á la fibrinoplástica, puesto que como esta, forma también un precipitado de fibrina insoluble, cuando se la pone en presencia de la materia fibrinógena.

Para terminar la descripción de los elementos componentes de los glóbulos rojos, debemos recordar, que contienen además, sustancias minerales, constituidas por ácido fosfórico, potasa, cal, magnesia, hierro, pequeña cantidad

de ácido sulfúrico, etc. etc.

Además de los principios enumerados hasta aquí, contiene la sangre, diferentes gases; de cuyo estudio y explicación, se han ocupado extensamente diferentes y distinguidos autores; entre los que figuran en primera línea, Magnus, Meyer, Dumas, Longet, Plüger, Schöffer, Preyer, Smit Wundt, Vogt y otros.

Los gases que la sangre contiene, se ha encontrado por el análisis, que están constituidos por el ácido carbónico, el oxígeno y el nitrógeno.

Magnus, ha encontrado, como consecuencia de numerosos y repetidos análisis, que 150 centímetros cúbicos de sangre, contienen un total de 100 centímetros cúbicos de estos gases, cuyo total es el mismo en la sangre arterial que en la venosa, cambiando, solo, las proporciones parciales de cada uno de ellos; sentando como resultado de sus observaciones, que de los espesados 100 centímetros cúbicos de gases contenidos en los 150 de sangre, la venosa contiene 41'6 de ácido carbónico, 15'3 de oxígeno y 13'1 de nitrógeno; y la arterial, 62'3 del primero, 23'2 del segundo y 14'5 del tercero. Resulta pues, de la comparación de las anteriores cantidades, que al paso que la sangre



arterial es mas escasa en ácido carbonico que la venosa, en cambio, es mas rica en oxígeno, á cuya circunstancia es debida la coloracion rojo-intensa que presenta cuando dicho gas, fijandose en la hemoglobina, la convierte en oxihemoglobina, que presenta el indicado color; por el contrario; la venosa, presenta una coloracion más oscura y azulada, debida á que la acción reductora del ácido carbonico en exceso, sobre la oxihemoglobina, la convierte en hemoglobina reducida, que es de un color oscuro y azulado, al cual es debido el que presenta la sangre venosa.

En cuanto á la cantidad de nitrógeno contenido en una y otra variedad de sangre, es aproximadamente la misma.

¿ En que estado se encuentran estos gases en la columna sanguinea? Veamos la manera mas satisfactoria de dilucidar una cuestion de tantísimo interes, y recurramos para ello, á las ciencias auxiliares de la fisiología, cuales son, la Física y la Química, que aun cuando reconocemos, que los seres que gozan de vida, no se presentan en ellos sus funciones, subordinadas á las mismas leyes y principios que se observan en los cuerpos inorgánicos, es inductable, sin embargo, que los fenómenos

de dichos seres vivos, no son completamente extraños á las leyes de la materia, puesto que de ella se hallan formados.

Recordemos por un momento, trasladandonos al terreno de la Física, el coeficiente de solubilidad correspondiente á los citados gases de la sangre.

Segun repetidos analisis, resulta, que á la temperatura de 20°, á la presión de 0<sup>m</sup> 760 y bajo unidad de volumen, el coeficiente de solubilidad en el agua, es de 0'032 para el oxígeno; 0'019 para el nitrógeno y 0'294 para el ácido carbonico; de lo que resulta, segun calculos sencillos, que 100 partes de sangre, pueden contener aproximadamente en disolucion, 2'60 volúmenes de oxígeno; 2'26 de nitrógeno y 128'10 de ácido carbonico; cuyos resultados, comparados á las cantidades respectivas que de estos gases contiene la sangre, cuyos valores hemos tenido ya ocasion de fijar, nos demuestran de una manera evidente, que el oxígeno, en su mayor parte, debe encontrarse en diferente estado que en el de simple disolucion. Efectivamente es así, puesto que analizando las cantidades que de este gas se encuentran en la parte liquida de la sangre, ó sea en el suero, se ha encontrado ser la que le corresponde segun su



solubilidad, de modo, que la parte restante, debemos ir a encontrar unida a la parte sólida.

La Química nos ha demostrado hasta la evidencia, por medio de los resortes de que esta ciencia dispone, que la mayor cantidad de oxígeno, se halla condensada en el estroma globular, cuyos estromas, pueden compararse perfectamente, ya sea por su estructura de filtro; ya sea por su acción sobre los gases, a la esponja de platino: además, se sabe, que dicho oxígeno, se encuentra al estado de combinación sumamente inestable con la hemoglobina, transformándose en oxihemoglobina, como hemos ya dicho en párrafos anteriores.

Se ha creído por algunos químicos y fisiólogos, que una parte del oxígeno de los glóbulos, se encontraba en ellos al estado de combinación con el hierro que estos cuerpos contienen, transformándose en óxido férrico; combinación que como ya todos sabemos, es sumamente fija y estable, lo cual no le avviene, en verdad, y aun está en contraposición, con los hechos observados, puesto que los glóbulos rojos, ceden con gran facilidad su oxígeno en la trama de los tejidos, para dar lugar a las oxidaciones intraorgánicas, que contribuyen a la transformación de unos elementos en otros. Además; experimentos

bastante recientes, por cierto, y sumamente concluyentes, han dejado ya fuera de combate la anterior teoría. En efecto; si extraemos del glóbulo rojo el hierro que contiene, empleando para ello, el ácido sulfúrico, que convierte al citado metal en sulfato, y si después de esta reacción química, analizamos el glóbulo rojo, tendremos ocasión de observar, que la cantidad de oxígeno que le queda, después de haberse transformado el hierro en sulfato, es exactamente la misma que tenía antes de dicha transformación. Es evidente, que si el oxígeno estuviere al estado de óxido férrico, al ser separado este óxido por el ácido sulfúrico, hubiera sido separado también el oxígeno, y por lo tanto, el resultado del análisis de los corpuscillos rojos, nos hubiera acusado menor cantidad de este gas.

Se supone con algún fundamento, que el hierro se encuentra en los glóbulos, al estado de combinación, formando un compuesto con la albúmina, cuya constitución no ha sido del todo determinada; se ve, sin embargo, que forma un albuminato férrico.

El ácido carbónico, puede estar en la sangre, por simple disolución, pues ya hemos visto, que su solubilidad es bastante mayor que la cantidad que de



este gas se encuentra en la sangre. Sin embargo; no todo el ácido carbónico que existe en el líquido sanguíneo, se encuentra en él al estado de simple disolución, sino, que parte de dicho gas, se emplea en transformarse en bicarbonato, la pequeña cantidad de carbonato iódico que normalmente contiene la sangre.

Respecto al nitrógeno, le debemos suponer, atendida su mínima solubilidad, al estado de mezcla ó suspensión en el suero.

Ya que hemos recordado, aun que suscitadamente, lo mas principal respecto al estudio de las propiedades, composición y caracteres de la sangre, pasemos una rápida revista, á otro de los factores que deben entrar en juego en los diferentes fenómenos de la respiración, cual es; el

Aire Atmosférico, el cual debemos considerar que obra en virtud de su estado de presión, temperatura, densidad, difusibilidad etc. etc., considerado como una mezcla que acciona en conjunto, lo que constituye su acción física; y por último, las diferentes combinaciones, que cada uno por sí de los elementos que le componen, verifican puestos en contacto con los elementos

sanguíneos, cuyas acciones constituyen el grupo de fenómenos químicos.

Los antiguos, consideraron al aire, como uno de los cuatro elementos capitales que intervenían en la formación de todos los cuerpos de la naturaleza, creyendo que era un elemento simple, sutil, impalpable y sin peso. El constante y progresivo desarrollo, que fueron adquiriendo más tarde las ciencias físico-químicas, influyeron en que fueran desvaneciéndose y disipándose paulatinamente estos falsos conceptos.

Sin embargo; hasta el año de 1640, no se asignó peso alguno al aire; pero en esta fecha, habiendo sido encontrado el medio de producir el vacío, Galileo, se aprovechó de este descubrimiento, demostrando, que un globo de cristal en el cual se había reunificado previamente el vacío, pesaba menos que lleno de aire; de cuya observación dedujo, como es natural, que el aire, era un cuerpo pesado; lo que fue comprobado después por su discípulo Torricelli, que descubrió el barómetro, y con dicho aparato demostró y fijó el peso total de la masa aérea que rodea al globo, ó sea la atmósfera.

Poco tiempo después, el químico inglés, John Mayow, dijo: que lo que animaba á la llama, y servía para



la respiracion del hombre y de los demas animales, era un elemento sutil, que se encontraba formando parte del aire.

Por ultimo; al celebre y eminente quimico Lavoisier, debe la ciencia, el descubrimiento de la verdadera composicion elemental del aire, habiendo descrito, ademas, muchas de sus propiedades; y entre ellas, su influencia esencial en la respiracion, como ya hemos tenido ocasion de manifestar en la parte historica de la funcion que nos ocupa.

Segun resultado de repetidos analisis, 100 volúmenes de aire atmosférico, contienen como componentes, 20'80 de oxigeno; 79'19 de nitrógeno; 0'0003 de ácido carbónico; 0'0006 de vapor acuoso; pequenísimas cantidades de amoníaco, hidrogeno protocarbonado, ácido nítrico y nítrico, gémenes y materias orgánicas, inorgánicas pulverulentas en suspension; en algunas ocasiones y como resultado de descargas eléctricas, contiene la atmosfera alguna pequeña cantidad de ozono, al que podemos considerar de existencia efimera y fugaz, atendidas las circunstancias, de que por una parte sabemos la gran fuerza de combinacion rápida que es inherente a este estado especial del oxigeno, y por otra, la

11 multitud de elementos facilmente oxidables que componen el aire atmosférico; a estas propiedades del ozono, podemos atribuir la formacion del ácido nítrico y nítrico, que contiene la atmosfera, cuya cantidad aumenta a consecuencia de descargas eléctricas, que producen, como resultado, el que parte del oxigeno del aire, se transforme en ozono, y que este, se combine inmediatamente con el nitrógeno.

De cuantos componentes de la atmosfera hemos enumerado hasta aqui, solo podemos considerar como en proporciones siempre fijas e invariables, al oxigeno y nitrógeno; pues los restantes, varian constantemente por infinidad de circunstancias dependientes de los climas, localidades, estaciones, presion, temperatura, estado eléctrico, etc.

Para terminar el estudio del aire, tocaos recordar, que este, ejerce en las superficies sobre que gravita, una presion equivalente a la que produciria una columna de mercurio, que tuviese por base la espesa da superficie, y por altura 760 milímetros.

El compuesto, cuya descripcion acaba de ocuparnos, es el que, puestos sus elementos componentes en contacto con los de la sangre, por intermedio de los organos pul-



monales, determina una serie de fenómenos físico-químicos, de que vamos a tratar.

El mecanismo de la respiración, se puede comparar a un aparato de ventilación, por medio del cual los gases, desprendidos de la sangre en el pulmón, son expulsados al exterior, y la misma sangre, puesta en contacto con el aire atmosférico.

El cambio gaseoso respiratorio, es independiente de la manera como estos gases están unidos a la sangre como también, de las modificaciones que esta experimenta a consecuencia de su contacto con el aire inspirado.

Ya hemos visto, que el oxígeno está químicamente combinado en la sangre, de manera, que no solo este gas puede ser desalojado por el vacío, sino, que puede aun serlo también, por otros gases. Sabemos además, que la sangre arterial, no está saturada de oxígeno, y que la sangre venosa que llega al pulmón por la arteria pulmonar, puede aun contener cantidades notables de este gas, y que están químicamente combinadas. El ácido carbónico, está en su mayor parte simplemente disuelto en la sangre o en com-

binación inestable; no se elimina por la sola acción del vacío, pero sí, poniéndole en contacto con otros gases más inmediatamente, y por la acción de los ácidos que se producen en los globulos sanguíneos. Este último fenómeno, tiene lugar, sobre todo, cuando la sangre absorbe oxígeno al mismo tiempo.

Supongamos, por un instante, que la sangre del pulmón, en vez de ser anastrada por una corriente rápida y en contacto permanente con un aparato de ventilación, sea un líquido en reposo, y que el aire inspirado esté representado por una columna de este gas inmovil, y figuremonosle, así por un momento, aislado de la inspiración. Si los gases estuviesen simplemente retenidos en la sangre por vía mecánica, se comportarian con arreglo a las leyes de la difusión de los gases y los líquidos, dando por resultado, un cambio entre los elementos gaseosos de la sangre y del aire, que se verificaria en el mismo sentido que la respiración. Una parte del oxígeno del aire, seria absorbida, por la sangre, y una parte del ácido carbónico de ésta, pasaria a aquél. La intensidad de este cambio gaseoso, seria determinada por la presión a que estuviesen sujetos los dos gases en la



sangre y en el aire, y cesaria este cambio, en el momento en que se equilibrase la tension del oxígeno y del ácido carbónico. Pero debemos tener en cuenta, que el cambio de gases no es un simple fenómeno mecánico, puesto que como he tenido ya ocasion de decir, el oxígeno se halla en su mayor parte combinado químicamente con la hemoglobina, y que el ácido carbónico, es desalojado por los ácidos de los glóbulos sanguíneos.

Puede suceder que en ciertas circunstancias, una cantidad de oxígeno superior a la que corresponde al equilibrio de tension, se combine en la sangre, y que una cantidad de ácido carbónico superior también a la tension que le corresponde, sea exhalada: pero por una parte, el oxígeno se halla en la sangre combinado de una manera suficientemente inestable para que durante la vida pueda ser eliminado; y por otra parte, el ácido de los glóbulos sanguíneos, es tan poco energético, que no desaloja al ácido carbónico en cantidad notable, de modo que, podemos hacer caso omiso de las anteriores observaciones, por no modificar profundamente las teorías sobre el mecanismo por medio del que se verifica el cambio de gases.

Pues bien: si tenemos presente, que por las leyes de equilibrio entre los gases, estos tienden a mezclarse hasta que se equilibraran sus presiones, nos explicaremos, fácilmente, como se verifican los fenómenos de los citados cambios gaseosos.

Sabemos que la sangre venosa de los capilares de la trama pulmonal, es sumamente pobre en oxígeno, y que está saturada de ácido carbónico, por lo cual, el oxígeno estará a una presión sumamente pequeña, al paso que el ácido carbónico, se encontrará dotado de una fuerte tension. Por el contrario, el aire inspirado, es sumamente rico en oxígeno, y su cantidad de ácido carbónico es tan poco considerable, que podemos creerla casi nula: por lo tanto, el oxígeno ejercerá una fuerte presión, y el ácido carbónico apenas gozará de presión alguna.

Puestos, pues, en contacto los gases de la sangre con los componentes del aire atmosférico, sucederá que se verificará una corriente de ácido carbónico, cuya direccion, será, desde la sangre a la atmósfera, tendiendo dicho gas a equilibrar la presión grande en que está en la sangre, con la casi nula que posee en la atmósfera. Por la misma razon, se



verificará una corriente de oxígeno en sentido inverso, puesto que aquí, tenderá al equilibrio la tensión en que este oxígeno se encuentra en la sangre, que como hemos dicho es insignificante, con la considerable de que está dotado en el aire atmosférico. Este desequilibrio de tensión es tan grande, que el cambio de gases puede efectuarse aun en medios menos ricos en oxígeno que el aire atmosférico libre, y puede verificarse, aun cuando se respire en espacios limitados bastante cargados de ácido carbónico: sin embargo, puede llegar un límite, en que se haya consumido la mayor parte del oxígeno del aire que se respira, y por otra parte, que haya llegado el ácido carbónico á estar en cantidad tal, que esté á una presión mayor que la de que está dotado este gas en la sangre. Cuando llegase este caso, la corriente de ácido carbónico se verificará en sentido inverso del normal.

Toda esta serie de fenómenos, los hemos considerado verificándose en estado de reposo de la sangre y del aire atmosférico. Es cierto, que esto no sucede así, sino que durante la vida, la sangre se mueve con bastante rapidez al través de los capilares del pulmón, y por otra parte, en el pulmón, se verifica

una verdadera ventilación, pues que el aire espirado, es continuamente reemplazado por nuevas cantidades que vienen á ocupar, por medio de la inspiración, el sitio que él ha dejado vacío. Pero esto, en vez de oponerse en lo mas mínimo á los fenómenos descritos, hace, por el contrario, que se verifiquen con mayor rapidez y facilidad, puesto que la sangre, con su movimiento, hace que lleguen continuamente nuevos elementos que sirven de materiales para el cambio gaseoso, sucediendo otro tanto con la continua renovación del aire por medio de la inspiración y espiración. De modo, que la explicación que hemos dado respecto al cambio gaseoso entre la sangre y el aire, considerados en reposo, en un momento dado, podemos aplicarlo exactamente, á lo que se verifica estando estos dos elementos en movimiento, suponiendo que este caso es el mismo anterior, solo que reproducido incesantemente.

Todo lo dicho respecto al cambio entre los gases de la sangre y los del aire, puede aplicarse exactamente á la evaporación del vapor acuoso, el cual se encuentra tambien en la sangre, á una tensión y temperatura mayores que en la atmosfera, y por



lo tanto, los fenómenos que se producen, están también subordinados á las leyes fijas y constantes del equilibrio de tensión de los vapores.

¶ Venemos introducido ya en la sangre, el oxígeno del aire atmosférico, y eliminado de ella, el ácido carbónico en su mayor parte.

Este oxígeno, combinado en parte con la hemoglobina, pero de una manera poco fija y en disposición de ser cedido á otros principios en virtud de reacciones sencillas, y en parte también condensado en los estomas de los glóbulos, y en otra retenido en virtud de su propia solubilidad en el plasma sanguíneo, le vemos marchar anastrado por estos vehiculos, al través de los vasos y capilares, introduciéndose en el interior de la trama de los tejidos, y llegando hasta el mismo protoplasma de las células, en donde podemos decir que se verifican los verdaderos fenómenos químicos de la respiración: fenómenos químicos, que pueden reducirse á oxidaciones, en virtud de las que los productos de la digestión, habiendo pasado á la sangre, sufren una

serie de transformaciones, en virtud de las que se hacen aptos para reemplazar en la trama de los tejidos, las partes que por oxidaciones de orden ya mas completo, pasan á ser productos de eliminación.

Esta serie grande de oxidaciones, que dan por resultado el círculo de la materia al través de los organismos, vemos y podemos observar, que á pesar de que la temperatura del medio en que se verifican es solo la de 31 grados propiamente, sin embargo, á diferencia de lo que se observa en las oxidaciones que tienen lugar en el reino inorgánico, vemos que se verifican de una manera rápida con producción bastante notable de calorico, y en algunos animales con fenómenos visibles de luz y electricidad.

¶ Indudablemente; aquí se presenta la ocasión de recordar, lo que he consignado como probable al tratar del estado de condensación en que estaba el oxígeno en los elementos sólidos de la sangre, pudiéndole considerar como oxígeno oxigenado ó condensado.



Sabemos por ley física ya antigua, que la cantidad de masa supe a la fuerza de combinación, y por otra parte, no ignoramos tampoco, que el oxígeno eléctrico, condensado u oxígeno, es un cuerpo más fino y capaz de combinarse con los cuerpos oxidables, aun a temperaturas mucho más bajas que la que normalmente posee el organismo: hemos adivinado también al tratar de la composición de la sangre, las pruebas que harían presumir el estado de condensación del oxígeno en sus elementos sólidos. Por lo tanto, atendiendo a lo ya expuesto, fácil nos es comprender la causa de la rapidez y actividad con que se verifican las combustiones en el organismo.

La piel y las mucosas, ricas en vasos capilares sanguíneos, y rodeadas por la atmósfera, constituyen un aparato simple de endosmosis y exosmosis gaseosas; por lo tanto, en el hombre se verifica también al través de dichas superficies, una verdadera serie de fenómenos respiratorios, aun que, como se puede comprender, con una intensidad momentáneamente pequeña.

Es verdad que hasta aquí puede llegar la física y la química a explicar cierto y determinado número de fenómenos, pero no es menos cierto, que hay en todos estos fenómenos, algo más que acciones de orden físico-químico, puesto que existe lo que podemos llamar influencia vital; fuerza misteriosa, fuerza que hasta el día no se ha podido conseguir el descubrir sus profundos arcanos, envuelta en un gran misterio desde el momento en que se transmite de unos seres a otros por medio de la fecundación, hasta el en que se extingue por la muerte, pasando entonces el ser, que ha perdido la influencia de dicha fuerza vital, que imprime su sello en todos los fenómenos de los seres animados, al dominio de las fuerzas físico-químicas, que durante la existencia del ser vivo habrían estado subordinadas a su especial modalidad de acción.

Esto es, Ilustrísimo Señor, cuanto me había propuesto decir acerca de la función respiratoria, dándome por muy



satisfecho, si he logrado mereer la benevola-  
atencion de tan distinguido é ilustrado au-  
ditóio: He dicho.

Madrid to Junio 1878.



Mariano Bonelli y Arcaua