

el fenómeno químico de la digestion, considerada de una manera general.

Recordaremos que la digestion se ejerce sobre dos clases diferentes de sustancias ó principios, las sustancias nitrogenadas, como la albúmina, la fibrina, la caseina, y las no nitrogenadas, los hidratos de carbono, cual el azúcar, la goma y las féculas.

Las primeras no sufren por parte de las fuerzas del organismo ninguna modificación esencial. La fibrina, la albúmina y la caseina se asimilan y fijan en nuestros órganos casi como el alimento los ha presentado; mas no sucede lo propio con las sustancias exentas de nitrógeno, como el azúcar, las féculas, la goma, etc. Estas se cambian, por las fuerzas digestivas, en un producto que resulta constantemente de la acción del aire y del agua sobre las materias orgánicas privadas de nitrógeno, el ácido láctico. Este ácido entra, pues, en la sangre y se sabe que Berzelius lo ha encontrado en casi todos los líquidos de la economía. En la sangre, el lactato de sosa constituye, segun Mitscherlich, la cuarta parte de los elementos salinos del suero.

En el lactato de sosa se verifica, segun el químico alemán, el fenómeno químico de la respiracion, el cual se explica de la manera siguiente:

El ácido láctico, como muchas otras sustancias orgánicas, puede quemarse y convertirse en ácido carbónico por obra del oxígeno. Una vez formado este ácido carbónico, se combina con la sosa del suero de la sangre, resultando carbonato sódico. Mas el nuevo ácido láctico que, procedente del tubo intestinal, entra en la sangre, descompondrá el carbonato sódico, formándose otra vez lactato sódico, y el ácido carbónico, puesto en libertad, se desprende y pasa al aire cuando la sangre llega al pulmon.

Esta es la teoría química de Mitscherlich con la cual podemos contentarnos, sin pretender que sea la expresion absoluta de los hechos.

Despues de estudiar los fenómenos químicos de la respiracion, intentaremos resolver algunas cuestiones secundarias que se refieren á esta cuestion y que, por su interés particular ó las interpretaciones distintas que les han dado los experimentadores, tienen una verdadera importancia.

En primer lugar, ¿cuáles son las relaciones de cantidad entre el oxígeno inspirado y el ácido carbónico expirado? Lavoisier y Spallanzani han afirmado que la proporcion de ácido carbónico expirado excede á la cantidad de oxígeno sacada del aire por la respiracion. Varios otros experimentadores, y sobre todo los fisiólogos ingleses Allen y Pepys, han encontrado una igualdad de proporcion entre el oxígeno inspirado y el ácido carbónico despedido durante la expiracion. Los experimentos de Guillermo Edwards han probado que la cantidad de oxígeno absorbido es siempre superior á la proporcion de ácido carbónico produ-

cido, pero que estos resultados varian entre muy anchos límites en las diversas especies animales, hasta tal punto que á veces el oxígeno desaparecido excede de un tercio al ácido carbónico producido, mientras que en otras circunstancias la diferencia es tan débil, que puede considerarse como nula.

Como Allen y Pepys no han trabajado sino con un número muy pequeño (dos ó tres especies) de animales, se comprende que han podido equivocarse en este concepto. La absorcion de oxígeno, empero, no debe extrañarnos de ninguna manera. Este gas, actuando sobre el lactato sódico de la sangre, puede formar otros productos ménos oxigenados que el ácido carbónico, y no gasiformes que permanecen en la economía y fijan el oxígeno. O bien la acción comburente del oxígeno no se ejerce tan sólo sobre el lactato de sosa; este gas sirve aún para quemar otros productos y formar compuestos diferentes del ácido carbónico.

Una cuestion aún mucho más controvertida que la precedente, es la de saber qué sucede en la economía animal con el nitrógeno absorbido en la respiracion, es decir, si el nitrógeno se fija en el organismo ó si vuelve á salir con la expiracion.

Todas las opiniones posibles se han emitido sobre este punto.

Spallanzani sostenia que una parte del nitrógeno inspirado se absorbe, comprobando el hecho en reptiles y diferentes especies de animales de sangre caliente. A principios de nuestro siglo, Humboldt y Provençal observaron esta misma absorcion de nitrógeno en los peces, y Davy, Pfaff y Henderson hicieron constar el hecho en el hombre.

Mas por otro lado, Allen y Pepys han afirmado que hay equilibrio entre el nitrógeno inspirado y el nitrógeno exhalado, y Lavoisier habia llegado á los mismos resultados en sus experimentos sobre la respiracion.

Berthollet y Nysten, en cambio, han sostenido que en la respiracion hay desprendimiento de nitrógeno, y Dulong, en sus investigaciones sobre el calor animal, ha visto claramente que el hombre exhala nitrógeno.

Parece difícil decidirse entre autoridades tan numerosas y tan opuestas. Sin embargo, Guillermo Edwards, por una série de experimentos decisivos y despues de una discusion notable de los trabajos anteriores á sus propias investigaciones, ha demostrado que en definitiva ninguna de estas opiniones extremadas se excluian mutuamente.

Guillermo Edwards observó, segun la época del año en que hacia sus experimentos, ora igualdad, ora exceso, ora mengua en las cantidades de nitrógeno inspirado y exhalado, y llegó á hallar la causa á que era debida aquella variacion singular cuantitativa del fenómeno.

Insiguiendo el ejemplo de Allen y Pepys, Guillermo Edwards hizo respirar á un conejo de Indias en una atmósfera formada de oxígeno é hidrógeno mezclados en la misma proporción en que el oxígeno y el nitrógeno constituyen el aire.

Analizando luégo esta atmósfera artificial de oxígeno é hidrógeno, despues de haber servido á la respiración, se descubrió una absorción de hidrógeno y una exhalación de nitrógeno. ¿Qué conclusión hay que sacar de esto? Que los fenómenos de absorción y eliminación de nitrógeno se ejercen simultáneamente, que no se efectúan de una manera aislada, la una con exclusión de la otra, como se habia creído; que siendo en este experimento, absorbido el hidrógeno y eliminado el nitrógeno, el cuerpo del animal, cuando respira en el aire, absorbe igualmente nitrógeno atmosférico y despidе nitrógeno sacado de su cuerpo; que no es extraño, pues, que los diferentes observadores hayan demostrado ora igualdad, ora exceso, ora disminución en la cantidad de nitrógeno inspirado y exhalado, ya que los fenómenos de absorción y eliminación de nitrógeno se verifican á la vez, y estas dos funciones, siendo necesariamente variables segun la constitución del individuo, ó las modificaciones accidentales del medio en que se hallen colocados, pueden dar alternativamente uno ú otro de los resultados referidos.

Si se pregunta ahora cuál es el origen de este nitrógeno eliminado del cuerpo, y que no es el mismo que el que ha sido absorbido y disuelto en la sangre del animal, es fácil contestar que procede de compuestos químicos que existen en el interior del cuerpo y que han sido destruidos por las combinaciones y descomposiciones incesantes que tienen lugar en el cuerpo. El ácido carbónico, despedido en la espiración y que parece proceder, segun hemos visto, de la descomposición lenta del lactato sódico de la sangre, nos ofrece el ejemplo más claro y más palpable de un origen análogo.

En resúmen, la respiración, considerada bajo el punto de vista químico, consiste esencialmente en un cambio efectuado en el pulmón entre los gases disueltos en la sangre y los de la atmósfera. Este cambio estriba en el hecho de que gases diferentes, puestos en contacto, se mezclan entre sí, aun cuando se hallen separados por una membrana viva, como los físicos han probado desde mucho tiempo.

La inspiración determina la absorción de cierta cantidad de aire exterior por parte de la sangre. Este aire, circulando en los vasos, mezclado con la sangre arterial, produce, por su acción química sobre los principios contenidos en la sangre, una corta cantidad de nitrógeno y de ácido carbónico. La sangre venosa se libra de los gases ácido carbónico y nitrógeno cuando

llega al pulmón, y en tales proporciones, que la cantidad de los gases queda casi la misma.

La entrada del oxígeno en la sangre y la salida del ácido carbónico de la misma se verifican sin interrupción. La vida está, pues, gravemente amenazada siempre que la respiración se suspende por algunos minutos. La submersión en el agua, la estrangulación, la suspensión, la compresión violenta del pecho, la presencia de un cuerpo extraño ó de productos diferentes en los brónquios, etc., ponen obstáculo á la respiración, y la vida se apaga en un intervalo de tiempo á veces muy corto que no excede de cuatro ó cinco minutos.

Llámase *asfixia* la muerte por privación de aire.

La asfixia va precedida de zumbidos, perturbación de la vista, ansiedad intensa, esfuerzos convulsivos de respiración, vértigos y pérdida del conocimiento. Cuando el aire deja de penetrar en los brónquios, el corazón cesa de latir, los pulmones y el cerebro se llenan de sangre venosa, de color muy negro, y la muerte sobreviene por sofocación en medio de un conjunto de fenómenos espantosos.

Los conocimientos que acabamos de adquirir nos permiten comprender cuál es la causa exacta de la *muerte por asfixia*, así que la de los accidentes ó trastornos y de la ansiedad general que sobreviene cuando la asfixia es inminente.

Siendo indispensable el aire para la respiración, la asfixia puede producirse de tres maneras:

- 1.ª Por falta de aire respirable.
- 2.ª Por la respiración de otros gases que el oxígeno, que es el único apropiado para la respiración.
- 3.ª Por una presión insuficiente del aire.

Para comprender el peligro que presenta la permanencia en una atmósfera insuficientemente provista de oxígeno, debe saberse que el hombre introduce en sus pulmones unos 500 litros de aire por hora. Cuando este vuelve á salir de los pulmones, ha perdido solamente 4 por 100 de su oxígeno, cargándose en cambio de 4 por 100 de ácido carbónico. Ya es difícil respirar en una atmósfera que contenga 1 por 100 de ácido carbónico. En una atmósfera en que este gas alcanza la cifra 4 por 100, es aun más penosa la respiración; y como la proporción de ácido carbónico aumenta por la respiración de cada individuo, la muerte no tardaría en ser la consecuencia de la estancia prolongada del hombre en una atmósfera que no se renovase.

Mas no es solamente ácido carbónico lo que se exhala de los pulmones. La espiración pulmonal arrastra vapor de agua mezclado con diferentes compues-