

X ELEMENTOS
DE
QUÍMICA BIOLÓGICA

TEÓRICO - PRÁCTICOS

PARA USO DE LOS ESTUDIANTES DE MEDICINA Y DE LOS DE TERCER AÑO DE FARMACIA

EXTRACTADOS POR

X Juan José Egüez

Profesor de Química en la Universidad Central



DEFINICIÓN, OBJETO Y DIVISIÓN

Química biológica es la ciencia que estudia los fenómenos químicos que se operan en el sér viviente.— También se puede definir: la ciencia que estudia el papel que desempeña la materia en los diversos actos de la evolución de los séres vivos, desde el punto de vista químico.

El objeto de esta ciencia es el estudio de las diferentes sustancias que se encuentran en la economía en el estado normal ó que se originan en casos patológicos y el de los fenómenos químicos desarrollados por la acción vital, en los diferentes actos de reproducción, desarrollo, crecimiento, conservación, enfermedades, muerte y destrucción de aquellos.

De aquí la división en: química biológica *normal* ó *fisiológica* (*fisiología*); química *morbosa* ó *patológica* (*patología*); y de *descomposición* ó de *terminación* post mortem [*putrefacción*].

SECCION PRIMERA

FISIOQUÍMIA

(QUÍMICA NORMAL Ó FISIOLÓGICA)

PARTE GENERAL

CAPÍTULO I

CARACTERES COMUNES A TODO SÉR VIVIENTE

1. *Carácter químico*. (HETEROGENESIA).—Todo sér viviente se compone de elementos químicos, orgánicos y anatómicos. Los elementos químicos reunidos y combinados forman los cuerpos orgánicos y éstos agrupados los principios anatómicos.

Se ve, pues, que su composición es *heterogénea* y *compleja*; complejidad que está en relación con la categoría del sér viviente y con la clase de funciones que está llamado á desempeñar.—El funcionalismo de los séres vivientes está en relación con la constitución y las propiedades de sus principios inmediatos.

2. *Carácter dinámico*.—Todos los cuerpos vivientes desarrollan *fuerzas vivas*: calor, movimiento, electricidad, etc.

Los animales toman estas fuerzas de la energía química contenida en sus alimentos, que son fabricados por las plantas, y éstas de la radiación solar.

3. *Carácter morfológico.*—Los séres vivientes tienen una *forma exterior típica*, que nunca es geométrica, pero siempre es la misma en un momento determinado para todos los individuos de una misma especie.

4. *Caracteres evolutivos.*—*Nacimiento.*—Todo sér vivo procede de otro de igual naturaleza.

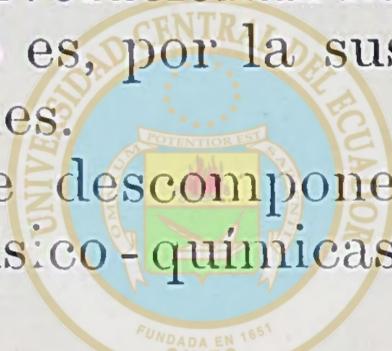
Desarrollo.—El crecimiento se hace á expensas de la materia no organizada que ellos transforman por medio de un trabajo especial de asimilación antes de convertirse en su propia sustancia.

Nutrición.—Aprovechan y reparan sin cesar su sustancia propia.

Reproducción.—Son aptos para engendrar séres semejantes á ellos y á aquellos de quienes han recibido su origen.

Terminación.—Evolucionan hasta cuando terminan por la muerte; esto es, por la suspensión completa y total de sus funciones.

Dstrucción.—Se descomponen después siguiendo las leyes naturales físico-químicas de todo sér sin vida.



CAPÍTULO II

DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

PRINCIPIOS CONSTITUTIVOS DEL ORGANISMO

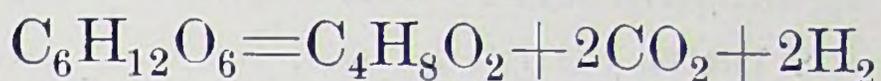
§ I. ELEMENTOS INORGÁNICOS Y SUS COMBINACIONES

1º *Elementos inorgánicos*

En la composición de todo cuerpo organizado entran necesariamente dos, tres ó todos cuatro de los elementos simples siguientes: *hidrógeno, oxígeno, carbono y nitrógeno*, ya combinados sólo ó ya también en unión con uno ó algunos de estos otros: *fósforo, asufre, cloro, fluor* y algunos compuestos metálicos de *sílice, calcio, magnesio, potasio, sodio y hierro*.

A. HIDRÓGENO

El hidrógeno se halla en los organismos vivos libre ó combinado. Libre existe en los gases intestinales; su formación se atribuye á la fermentación butírica, la que obrando sobre la gluocosa ($C_6H_{12}O_6$) produce hidrógeno, ácido butírico y anhídrido-carbónico, como se ve por la ecuación siguiente:



Combinado entra en la composición de las sustancias orgánicas y en la mayor parte de las inorgánicas de que se sirven los seres vivos para sus transformaciones. Así: es uno de los componentes del agua, vehículo, de donde toman los vegetales los principios que necesitan para elaborar las combinaciones orgánicas nitrogenadas que sirven de alimento al hombre y á los animales. Estos absorben constantemente el oxígeno y verifican combinaciones cuyo resultado es la formación de agua y de compuestos orgánicos simples, la mayor parte nitrogenados, como la úrea, ácido úrico, etc. Estos productos sufren á su vez, fuera de la economía y bajo la influencia de los microorganismos, una serie de transformaciones quedando el hidrógeno en el estado de agua en combinación con el oxígeno. Como producto intermediario en estas transformaciones se encuentra gran cantidad de amoniaco que también lleva en su composición el hidrógeno.

Absorvido en la mucosa intestinal el hidrógeno se oxida en la sangre y pasa al estado de agua para ser eliminado por el pulmón ó por la piel. Aquella porción de este gas que no ha pasado á la sangre por difusión es expelida con los demás gases intestinales por el ano.

B. OXÍGENO

La mayor parte de los principios inmediatos que en-

tran en la composición del organismo viviente contiene oxígeno entre sus elementos. Además, los animales introducen constantemente alimentos, compuestos de diversos principios orgánicos más ó menos oxigenados, que sufren en el organismo una verdadera combustión por la influencia del oxígeno del aire que penetra por la respiración. Esta combustión, fuente de calor y de energía para el animal, termina por la formación de agua, anhídrido carbónico y úrea, productos destinados para eliminación; pero, como las oxidaciones no tienen lugar sino por metamorfosis sucesivas, se encuentran en la economía y en las excreciones una serie de productos de oxidación intermediaria (xantina, hipoxantina, ácidos úrico, hipúrico, etc.)

El oxígeno que penetra á la sangre durante la inspiración y el que es arrastrado por deglución con los alimentos y absorbido en el estómago se combina con la hemoglobina (materia colorante de la sangre) y una parte pequeña queda en disolución en el plasma sanguíneo.

La vida animal tiende siempre á empobrecer al aire de su oxígeno y á enriquecerle de anhídrido carbónico; los vegetales, por el contrario, absorben el gas carbónico y eliminan gran cantidad de oxígeno, devolviendo, de esta manera, á la atmósfera, el que los animales consumen.

C. CARBONO

A excepción del anhídrido carbónico y de los carbonatos que se les considera como compuestos minerales, todas las sustancias que contiene carbono entre sus elementos son materias orgánicas. Sin embargo, ciertos compuestos de la economía no contienen sino hidrógeno y oxígeno, esto es, los elementos del agua en combinación con el carbono, por lo que se les llama hidrocarbonados, como las grasas, materias azucaradas, amiláceas, reservando para estas dos últimas

el nombre de hidratos de carbono por encontrarse en ellas el hidrógeno y el oxígeno en las mismas proporciones que en el agua; así, por ejemplo la glucosa, cuya fórmula es $C_6H_{12}O_6$ se le puede expresar de esta manera $C_6(H_2O)^6$.

La proporción del carbono en las sustancias orgánicas varía mucho: así, las grasas contienen 85 $\frac{0}{0}$, los albuminoideos 50 $\frac{0}{0}$ y los hidratos de carbono 40 $\frac{0}{0}$.

El hombre y los animales toman el carbono de las sustancias albuminoideas y de los hidrocarburos contenidos en los alimentos; la desasimilación de estas sustancias por desdoblamiento, oxidación, etc. dan origen á esa multitud de materias orgánicas que encontramos en los séres vivos, animales y vegetales.

El carbono de los séres vivos procede: 1º de la tierra y del aire, en donde se halla, ya en forma gaseosa, ya disuelto en el agua, ó en diversas combinaciones, de donde toman los vegetales para fijar el carbono y desprender el oxígeno, con el cual carbono elaboran las sustancias orgánicas de las que aprovecha, á su vez, el animal; 2º de los animales que, oxidando las sustancias orgánicas, devuelven á la naturaleza mineral el carbono bajo la forma de anhídrido carbónico. Esta composición y descomposición del carbono asegura en los séres vivos la circulación de este mismo cuerpo y mantiene la integridad del aire atmosférico.

El carbono de las sustancias hidrocarbonadas es convertido totalmente en anhídrido carbónico y eliminado bajo esta forma. La mayor parte del carbono de las sustancias proteicas es también transformado en el mismo gas. Cosa de una sexta parte de carbono es eliminado bajo la forma de úrea, la que fuera del organismo se transforma en amoniaco y anhídrido carbónico; además, una 15ª parte del carbono de los albuminoideos se encuentra en la orina bajo la forma de otros productos como: creatina, creatinina, ácido úrico, hipúrico, etc.

Para reconocer el carbono en las sustancias or-

gánicas basta calentarlas con un cuerpo oxidante como el óxido de cobre, que da lugar á un desprendimiento de anhídrido carbónico, el que se reconoce por un precipitado blanco que forma con el agua de cal. También las sustancias orgánicas se descomponen por el calor formando carbono que poco á poco quema en el aire y acaba por desaparecer.

D. NITRÓGENO

El nitrógeno nos es suministrado, sobre todo, por las sustancias proteicas. Se encuentra de 4 á 25 % en la carne muscular fresca, los huevos, la leche, etc; 100 partes de materias albuminoideas contienen de 13 á 18 % de nitrógeno.

El nitrógeno se encuentra disuelto en la sangre y los diversos plasmas ó contenido en las cavidades llenas de gas. Es normalmente secretado por la mucosa intestinal.

El nitrógeno se halla en mayor cantidad en el organismo animal que en el vegetal; forma en unión del carbono, hidrógeno y oxígeno, los compuestos cuaternarios y abunda en los organismos sin vida, ya muertos, favoreciendo la descomposición cadavérica y produciendo, en unión de los demás gases y ácidos, aquel olor tan desagradable y tan marcado de la putrefacción.

Los productos de la descomposición cadavérica depositados bajo la tierra favorecen la producción de otros seres inferiores animales y vegetales, los que á su vez, evolucionan y se transforman en elementos que sirven para ser reabsorvidos y aprovechados en sostener la vida de los vegetales de composición más complicada y, por lo mismo, más duradera. Eliminado el nitrógeno y devuelto al aire es uno de sus principales componentes, después del oxígeno.

El nitrógeno se elimina principalmente al estado de úrea. Una débil proporción [$\frac{1}{30}$ casi] sale bajo la forma de ácido úrico, xantina, creatina, creatinina,

ácido hipúrico, etc.; otra pequeña proporción, proveniente de la desasimilación anaerobia de los albuminoideos, es eliminada en sustancia.

E. AZUFRE

Esta sustancia es indispensable para la constitución de los cuerpos proteicos, y en todas ó casi todas las materias albuminoideas existe en mayor ó menor cantidad. El azufre que entra en la composición de ciertas sustancias como la cistina, la tanrina, ó el que nos viene de los sulfatos, de las aguas potables ó de los alimentos, juega un papel muy eficaz, al menos en los animales superiores.

Un 70 % del azufre de los albuminoideos es eliminado por las orinas al estado de indoxyl sulfatos, fenolsulfatos, etc. de potasa, ó simplemente bajo la forma de sulfatos alcalinos y alcalino-térreos; una proporción correspondiente de álcalis, particularmente de potasio, es separada por este mecanismo. En cuanto á los 25 ó 30 % de azufre que se encuentra en las orinas al estado de sulfatos ó de fenolsulfatos, forman parte de sustancias nitrogenadas complejas, y se eliminan bajo una forma indeterminada (azufre incompletamente oxidado de las orinas). En fin, la exfoliación continua del epidermis, de los cabellos y de los pelos, permite á la economía desembarazarse de una pequeña cantidad de azufre vuelto inutilizable.

F. FÓSFORO

El fósforo nos es suministrado por los alimentos, particularmente bajo la forma de lecitina, nucleina, nucleoalbúmina, legumina, conglutina, etc.; una parte (98 á 99 %) es asimilada directamente al estado de fosfatos alcalinos ó terrosos y el resto sale de la economía bajo forma orgánica imperfectamente oxidada.

2º—Combinaciones inorgánicas

Las principales combinaciones inorgánicas que forman la masa principal de todo ser viviente, son: el agua, las sales minerales y los gases.

A. AGUA

El agua es uno de los elementos indispensables para la vida de los seres organizados. Este líquido, medio de disolución y de desarrollo de todos los tejidos, forma por sí sólo, en las células jóvenes, la mayor parte de su peso, y puede llegar hasta las tres cuartas partes. La proporción de agua contenida en el cuerpo humano es más ó menos de un 60 por 100; en el recién nacido hay un 66 por 100, cantidad que disminuye á medida que avanza la edad.

En los vegetales el agua empapa en parte las sustancias albuminoideas, en pequeña cantidad las membranas de celulosa; pero se encuentra en proporción muy considerable en el líquido de las células. En los animales el agua empapa e hincha los albuminoideos y sus derivados. Estos derivados presentan, respecto á su facultad de absorción por el agua, una notable diferencia: mientras que unos están empapados como los mismos albuminoideos (gelatina del tejido conjuntivo,) otros por el contrario están casi desecados y son refractarios á la imbibición (huesos, cartilagos, sustancia elástica, epidermis, etc.)

Todos los tejidos y líquidos de los organismos vivos contienen el agua en variables proporciones, según su naturaleza y el papel que están llamados á desempeñar. Así, en el hombre: el esmalte de los dientes contiene 0,20 por 100, los dientes 10, los huesos 22, los cartilagos 67 á 72, el hígado 69, el cerebro 75, los músculos 76, los nervios 78, el riñón 82, la sangre 78, la leche 86 á 90, el quilo 90 á 97, la linfa 93 á 96, el sudor 99,5 por 100.

El agua del organismo proviene, en su mayor par-

te, de aquella que es absorbida en sustancia con las bebidas y alimentos y de la que se forma en la intimidad de los tejidos como resultado de las oxidaciones y combinaciones hidrogenadas de nuestros alimentos.

El papel del agua es importantísimo: pues, aún en los séres inferiores se ve que la vida termina por desecación completa; así, por ejemplo las ranas colocadas en atmósferas desecadas por el cloruro de calcio mueren necesariamente cuando han perdido 35 por 100 de su peso. El agua prepara las acciones químicas por una verdadera disociación parcial de las sustancias disueltas; ella asegura el contacto necesario para las reacciones; sirve para la endósmosis y exósmosis de los cuerpos disueltos y modifica las propiedades de las sustancias que ella tiene en solución ó en las que ella entra en el estado de hidratos diversos. Uniéndose, en efecto, á porciones variables de agua, de sales y de gases, los principios inmediatos toman propiedades nuevas, se vuelven solubles ó insolubles, coagulables ó no, más ó menos dializables, y se adaptan así á las diversas funciones que ellos están llamados á desempeñar. Por la evaporación, al nivel de las superficies cutánea y pulmonar, sirve para la regularización del calor animal en los lugares y climas demasiado cálidos.

El agua se elimina, en estado líquido por la orina y por las materias fecales, y en estado de vapor por los pulmones y la piel. La cantidad total del agua eliminada en 24 horas es, por término medio, la de 2250 gr, de los que corresponde á la orina 1250

B. SALES MINERALES

Disueltos en los plasmas ó combinadas con las sustancias orgánicas, las materias minerales desempeñan diversos papeles. Ellas modifican los medios en donde se hacen los cambios nutritivos; uniéndose á los compuestos orgánicos les comunican propiedades nuevas de solubilidad, dializabilidad, conductibilidad,

etc.; imprimen á los tejidos cualidades de solidez, elasticidad, resistencia, aptitud á formar membranas, como se ve por los tejidos leñoso, fibroso, elástico, óseo. Los compuestos de hierro, de cobre y de zinc juegan algunas veces, un papel específico en la constitución de ciertas sustancias activas.

a. EN LOS VEGETALES

Los metales alcalinos y alcalino-térreos forman una parte integrante y esencial de los organismos vegetales. Estos cuerpos se hallan en disolución en los líquidos celulares, ora combinados con ácidos orgánicos, ora con ácidos minerales. Se encuentran los álcalis vegetales en las cenizas en estado de carbonatos, lo cual se explica porque todos los ácidos vegetales, combinándose con el oxígeno durante la combustión, oxidan enérgicamente su carbono y forman ácido carbónico, mientras que su hidrógeno forma agua. En las cenizas se ven, además, sulfatos alcalinos, cuyo ácido sulfúrico es debido á la oxidación del azufre contenido en los elementos orgánicos. Entre las sales minerales, las que importa mencionar son: los cloruros de sodio, de potasio y el fosfato de cal. Estas sales se encuentran siempre en las células vegetales jóvenes y se hallan íntimamente mezcladas con las sustancias albuminoideas. En las células vegetales de edad más avanzada se encuentra siempre la sílice. Pertenece, sobre todo á las capas más superficiales de los vegetales y parece servir de órgano de protección.

Los vegetales contienen una cantidad muy variable de sales inorgánicas. Unas veces se encuentra potasio, otras sodio; las plantas terrestres son ricas en sales de potasa y las marítimas en sales de sosa. Los vegetales marinos contienen además yodo, que reemplaza al cloro de los vegetales terrestres. El manganeso abunda en algunas plantas acuáticas.

b. EN LOS ANIMALES

Los principales elementos minerales que se encuentran en las células vegetales, se ven también en las células animales. Durante su juventud las células de ambos reinos no se parecen tan sólo por la calidad de sus elementos constitutivos, sino también por la cantidad de éstos. Sin embargo, las células vegetales son más ricas en álcalis, mientras que en los animales predomina la proporción de ácido fosfórico; este carácter distintivo llega á faltar en los primeros momentos de la formación celular. Durante todo el tiempo que los albuminoideos (protoplasma) predominan en las células vegetales, se encuentran también fosfatos. Cuando los hidrocarburos comienzan á aparecer, estas sales disminuyen de cantidad y son reemplazadas por la potasa. Los organismos animales son ricos en fosfatos de cal, de sosa y de potasa; unas veces estas sales tienen una reacción alcalina, otras son ácidas, [fosfato ácido de sodio y de potasio] pertenecen al jugo muscular y á la orina, mientras que las combinaciones alcalinas se encuentran, por el contrario en abundancia en la sangre. En los tejidos sólidos, como los huesos y los dientes, el fosfato de cal se halla en estado de sal tribásica. Cuando se encuentra en disolución en los líquidos animales, se halla, ora en estado de sal ácida, ora disuelto á favor del ácido carbónico libre ó de un ácido orgánico, ordinariamente combinado con un albuminato. El fosfato de cal está siempre acompañado, aunque en menor cantidad, por el fosfato de magnesia, cuyas combinaciones son semejantes á las suyas en la orina. Además de estas sales, se encuentran de una manera constante carbonatos de cal y de magnesia, ora en estado sólido, ora disueltos á favor de un exceso de ácido carbónico. La proporción de carbonatos es muy corta en los carnívoros; por el contrario, es mucho mayor en los hervívoros, debido á la oxidación de las sales vegetales.

En los cuerpos de los animales, los cloruros alcalinos son, entre las sustancias minerales, una de las que ofrecen más importancia. Sus disoluciones acuosas empapan todas las células y todos los tejidos. El más abundante de ellos, el cloruro de sodio, forma parte de los líquidos de secreción y de las sustancias intercelulares; el cloruro de potasio se encuentra en disolución en los líquidos celulares mismos. La proporción que guardan estas diferentes sales en la composición de los diferentes órganos, es constante. La transformación de estos cloruros produce el ácido clorhídrico que, con el ácido carbónico, es el único ácido mineral que existe en estado de libertad en el organismo animal. Por lo que puede afirmarse hasta el día, las células de las glándulas estomacales son las únicas que forman y segregan este ácido.



Las células vegetales jóvenes contienen en disolución en sus líquidos: oxígeno, ácido carbónico y amoníaco, siendo el ácido carbónico el que se encuentra en mayor proporción. Cuando estas células llegan a una edad avanzada dichos gases desaparecen por completo. En las células animales, en estado normal, sólo se encuentra el oxígeno y el ácido carbónico como elementos constitutivos de ellas. En los animales superiores estos dos gases se encuentran, sobre todo en ciertas células especiales, los glóbulos son guineos. Las células animales son más ricas en oxígeno, mientras que en las células vegetales predomina el ácido carbónico.

(Continuará)