

GACETA MÉDICA DE MÉXICO

PERIÓDICO

DE LA ACADEMIA DE MEDICINA DE MÉXICO.

HIGIENE.

OZONO ATMOSFÉRICO, como medio biológico del organismo para la hematosi en las grandes alturas continentales, cuya altitud es de 2,000 á 3,000 metros sobre el nivel del mar.

I.

La *ozona*, *ozono* ó *aire vivo* no es otra cosa que el oxígeno alotrópico que diariamente se produce en la atmósfera por las acciones físico-químicas de las fuerzas cósmicas, ó por las acciones químico-celulares de las fuerzas fisiológicas.

El estudio de este cuerpo, tan interesante en la naturaleza, lo he procurado hacer en la atmósfera de nuestro continente, apartándome de las ideas que se nos han transmitido por los autores europeos. * He sido el primero en iniciarlo en México, desde la época en que me dediqué á la práctica de los estudios meteorológicos para desarrollar un opúsculo de *Meteorología aplicada al desagüe del Valle de México*, y me congratulo en ver extendido este estudio tan interesante en la práctica meteorológica de los observatorios respectivos, que el Ministerio de Fomento ha establecido en varias partes de la República.

Mis estudios sobre este precioso cuerpo tienen la originalidad de haber sido hechos fuera de la impresion de las ideas emitidas en el continente europeo, comarca geográfica que, hallándose colocada á una latitud muy boreal é influenciada por fenómenos cósmicos y fisiológicos de muy distinto efecto que los que se producen en la mesa central del Anáhuac en la zona intertropical N., determina efectos biológicos de un orden distinto en la escala de los hechos experimentales que son la base de las ciencias fisiológicas.

El estudio de la *ozona* en el continente mexicano viene á resolver muchas cuestiones que están en relacion íntima con los fenómenos biológicos de los animales de temperatura constante, que se refieren á los movimientos de nutrición neumática, verificada á tiempo de cada acto respiratorio.

* En 1874 comencé á observar la *ozona* atmosférica del Valle de México.

El estudio de la ozona á distintas alturas de nuestra atmósfera, sobre las comarcas geográficas de México, nos da el contingente de hechos que nos prueban la diversidad de fenómenos fisico-químicos que se pasan en los órganos respiratorios, y la predisposición que la geografía médica determina por su climatología especial sobre el hombre, para desarrollar el movimiento patológico que se efectúa sobre los órganos que están influenciados en sus movimientos fisiológicos.

El estudio de la ozona nos suministra las modificaciones que el oxígeno atmosférico sufre en la tensión de sus moléculas gaseosas, produciendo por este medio cierta aptitud nutritiva del pulmón, que modifica la hematosis de un modo favorable á los organismos animales que habitan comarcas geográficas de una altitud de más de 2000 metros sobre el nivel del mar.

A fin de comprender el interesante papel de este cuerpo cósmico que forma y constituye en parte la atmósfera terrestre, haré una reseña química de sus propiedades esenciales, porque de otro modo nos quedaríamos perplejos sin comprender las acciones biológicas que determina al efectuarse los fenómenos fisiológicos normales.

La ozona ú ozono, descubierto y estudiado por Van Marum en 1785, recibió el nombre que lleva á consecuencia del olor especial que tiene, nombre que le fué dado por Schönbein en 1840 al hacer su estudio químico. Bequerel y Fremy lo han estudiado posteriormente en los laboratorios químicos, y después de numerosas experiencias han concluido, que no es más que el oxígeno electrizado, con una densidad cuatro veces mayor que la del oxígeno común; de un poder oxidante superior al de este cuerpo, pudiendo efectuar estos fenómenos de oxidación á la temperatura ordinaria sobre los metales que como el mercurio, la plata, el antimonio y otros, solo verifican sus combinaciones con el oxígeno común á altas temperaturas, ó por intermedio de ácidos ó sales oxigenadas.

La ozona ú ozono, derivada de la voz griega *ὄζω*, yo siento, es un cuerpo incoloro, dotado de un olor penetrante perceptible á una dosis mínima, soluble en el agua y en el alcohol; soluble, pero inalterable en una solución de cloruro de calcio; soluble, pero trasformable y combinable con la base de las sales de potasa que convierte en peróxido, y sobre todo, con las sales de potasa de la familia de las cloroides, insoluble en el ácido sulfúrico concentrado.

El poder oxidante de este cuerpo alotrópico es fabuloso; así el fierro se peroxida de un modo rápido; se combina muy bien con el vapor de agua. Descompone muchas combinaciones verificando siempre una peroxidación sobre los compuestos de potasa; esta es la causa por que se descomponen los ioduros, bromuros, cianuros, por medio del oxígeno alotrópico ó aire vivo. Transforma algunos sulfuros en sulfatos, como se verifica con el sulfuro de plomo; á los ferrocianuros en ferricianuros; colora en moreno al protóxido de manganeso, haciéndolo pasar al estado de sequi-óxido; al protóxido de talio lo colora en negro

convirtiéndolo en peróxido, y á la potasa en blanco amarillento, trasformándola en peróxido de potasio.

A los ácidos que no están oxigenados al máximo, los lleva pronta ó lentamente á su combinacion más perfecta y estable.

Las sales, cuyas bases existen al minimum de oxidacion, son llevadas al máximo como las de protóxido de fierro, las de protóxido de manganeso, las de protóxido de talio, etc.

Es el agente más poderoso de la nitrificacion para producir los terrenos salitrosos de donde se extrae con profusion el nitrato de potasa que tantos servicios presta á las artes, á la industria, al comercio, á la guerra y pirotecnia; y su formacion es abundante por todas las comarcas en donde existen con profusion materias orgánicas, azoadas, potasa, sosa y cal, ó en donde las rocas minerales contienen feldespatos alcalino-terrosos, ó feldespatos alcalinos que se hallan en contacto con los compuestos calcáreos. La teoria de la nitrificacion se explica ahora de muy diverso modo que como se explicaba en tiempo de Gay Lussac y Thenard; antiguamente se explicaba por la accion de lo que se llamaba fermentacion nitrica: hoy la teoria es más sencilla, más fácil y más química; consiste en darle al ozono el papel que realmente tiene, considerándolo como oxígeno nascente, que poniéndose en contacto con las materias orgánicas del suelo, las destruye por combinacion, formando ácido carbónico con el carbono, agua con el hidrógeno; y en presencia del amoniaco de las materias orgánicas, de la potasa de los feldespatos, y de la cal de los terrenos calcáreos, se determina la formacion del ácido nitroso con el azoe, dando lugar á la formacion de nitritos de amoniaco, potasa y cal: pero la presencia constante del ozono atmosférico y su accion activa en tiempo de lluvias sobre la potasa de los nitritos hace que esta base se transforme en peróxido de potasio, condensando de este modo grandes cantidades de oxígeno alotrópico que hacen desalojar al ácido nitroso combinado; pero el oxígeno excedente se emplea en transformar el referido ácido en ácido nítrico, que combinado con la cal que existe en profusion en los terrenos calcáreos, da por resultado el nitrato de cal y nueva formacion de nitrito de potasa; esta sal se vuelve á descomponer por la peroxidacion del potasio y la inestabilidad del nitrito, y entónces el ozono sigue ejerciendo su accion química, y de este modo se prosigue efectuando esa serie de combinaciones y descomposiciones que minuto á minuto trasforman la materia orgánica en productos salinos nitricos, con tal que la ozona y el azoe se encuentren en presencia de la potasa, cal, sosa y amoniaco. Éste no es más que un esquema de la nitrificacion.

La accion oxidante de las materias orgánicas manifiesta que: una vez que este cuerpo alotrópico las destruye combinándose con sus elementos terciarios y cuaternarios es un verdadero desinfectante; y en efecto, esto se prueba por experiencias directas.

En tiempo de lluvias el ozono se emplea en formar en las regiones altas de

la atmósfera agua oxigenada; pero la pequeña proporcion de ese cuerpo al caer, se descompone por el rozamiento con las moléculas del aire, haciendo que la proporcion del oxígeno que formaba el bióxido de hidrógeno, se disuelva en la misma agua, y efectuando la solucion del aire atmosférico en proporcion de la presion y el peso del agua que se mueve con movimiento uniformemente acelerado al seguir en su caída: la solucion de los gases atmosféricos, se efectúa conforme á la ley de Dalton. Esta es la razon por que la agua pluvial contiene proporciones de oxígeno en solucion, mayores que las que da la relacion que se encuentra en la mezcla gaseosa de la atmósfera constituida por $\frac{1}{5}$ de O. y $\frac{4}{5}$ de Az. Además, como la descomposicion de la agua oxigenada atmosférica da origen á oxígeno naciente, resulta que, siendo naciente, conserva las propiedades quimicas que lo caracterizan como ozono; en efecto, si una poca de agua pluvial se trata por unas gotas de tintura de guayacan y de aceite esencial de trementina, se obtiene en el liquido contenido en la probeta, una coloracion de un color azulado, lo que prueba la presencia del ozono en el agua pluvial.

En cuanto á la constitucion quimica de la ozona ú oxígeno alotrópico, se cree por las investigaciones hechas sobre este cuerpo, que es un óxido de oxígeno representando á este gas combinado consigo mismo y en un estado de condensacion tal, que una molécula de ozono ocupa dos volúmenes, es decir, un volumen igual á dos moléculas de oxígeno comun, y contiene una potencia oxidante igual á tres átomos de oxígeno.

El poder absorbente de la ozona por el calórico radiante es más considerable que el del gas oleificante; y es sensible á un grado notable el de la ozona diluida que suministra la electrolisis. (Tindall.)

La velocidad de difusion es de $\frac{1}{8}$ de la del cloro, debia de ser de $\frac{1}{2}$ segun la ley de difusion, por ser su densidad de 1638 con relacion á la del aire. La referida velocidad de difusion está entre la del cloro y la del ácido carbónico, segun Soret, y la que debia de ser en realidad si la densidad del ozono fuese de 1638, esto es, $\frac{2}{3}$ de la del oxígeno.

Todos los cuerpos que producen oxígeno naciente son ozonógenos: asi es que el permanganato de potasa tratado por el ácido sulfúrico diluido, la agua descompuesta por la electrolisis, la accion mecánica de las corrientes de aire atmosférico, la descomposicion del bióxido de hidrógeno, la descomposicion del bióxido de bario por el ácido sulfúrico, la accion fisiológica de las plantas durante el día por la accion quimica de la luz cósmica, la accion eléctrica de las nubes en tiempo de lluvias, la evaporacion de las aguas en las regiones cuya altitud pasa de 1,000 metros sobre el nivel del mar, la evaporacion de las aguas marinas y sus choques, y otros fenómenos telúricos, producen abundantes cantidades de oxígeno alotrópico ó aire vivo.

La ozona, producida por alguno de los cuerpos ozonógenos referidos, sometida á la temperatura de 250° ó 300°, haciéndola pasar por un tubo de por-

celana enrojecido, se modifica convirtiéndose en oxígeno común y adquiriendo doble volúmen. Por el contrario, el oxígeno común puesto en una campana graduada, como los endiómetros, que esté en combinación por dos terminaciones de un hilo de platino con una pila de Bunsen de 30 pares, cuyo hilo ocupe en espiral todo el interior de la campana, y al través del que se hace pasar la corriente de la batería enunciada, se convierte en oxígeno alotrópico, condensándose, reduciendo su volúmen y sufriendo un arreglo molecular que determina su contracción atómica, y cuya contracción se advierte porque obturada la campana en su extremidad libre por un tapon de cauchouc vulcanizado, perforado en el centro, y por cuya perforación se hace pasar un tubo en V conteniendo mercurio, se observa que este cuerpo asciende en la extremidad que comunica con el interior de la campana, en virtud de que contraídas las moléculas del gas oxígeno común, y convertido en ozono, reduce su volúmen disminuyendo su tensión y su presión interior que es vencida por la exterior de la atmósfera.

El aire atmosférico de la mesa central contiene oxígeno, azoe, ozono y ácido carbónico en las proporciones siguientes:

100 centímetros cúbicos dan	{	Oxígeno.....	20,500000
		Ozono	00,001144
		Azoe	79,470000
		Acido carbónico.....	00,028856
			<u>100,000000</u>

Como dijimos ántes, la ozona es muy soluble en el agua que absorbe 3 ó 4 centímetros cúbicos por litro.

El mercurio lo absorbe también rápidamente; así $O^3 + Hg = HgO + O^2$ con la potasa seca da peróxido de potasio amarillo ligeramente moreno que se destruye violentamente en contacto de la agua, dando hidrato de potasa y oxígeno naciente. Las esencias de trementina y de canela se combinan con la ozona, lo mismo que la mayor parte de los aceites esenciales, adquiriendo propiedades oxidantes enérgicas á consecuencia de la oxidación que han sufrido.

El protocloruro de estaño diluido que no absorbe el O. común, absorbe 3 átomos de ozono.

La ozona concentrada destruye el agua oxigenada $H^2 O^2 + O^3 = H^2 O + 2 O^2$.

Reduce el peróxido de plomo, y á la coexistencia de sus propiedades oxidantes y reductoras es á la que se debe su destrucción por los óxidos de plata secos.

El alcohol y el éter se acidifican instantáneamente cuando están en contacto con el ozono ó se hace pasar una corriente de este gas, formándose en el acto ácido carbónico, ácido acético, aldeida y agua oxigenada.

Haciendo pasar por una solución de indigo una corriente de ozono, se decolora, porque obrando 2 átomos de oxígeno determinan esta acción en un principio; pero la solución contiene agua oxigenada, y el exceso de oxígeno hace proseguir la acción decolorante hasta el fin, de suerte que 3 átomos de oxígeno

comun que representa la ozona en su constitucion química, se emplean en totalidad en la decoloracion.

La sangre y la albumina se oxidan rápidamente con solo ponerlas en contacto con una corriente de ozona, y se trasforman en urea y en los demás productos urinosos que en la economía se obtienen por el funcionamiento fisiológico; fenómeno que no se obtiene sino lentamente con el oxígeno comun.

El papel ozonométrico preparado con la tintura de guayacan, se tiñe en azul puesto en contacto con la ozona atmosférica.

El agua pluvial potable, tratada por una mezcla de tintura de guayacan y esencia de trementina vieja, agitando luego el tubo-probeta en que se ejecuta la experiencia, da un precipitado cristalino de un color azul bastante intenso.

La ozona atmosférica existe de un modo distinto del que tiene el ozono químico obtenido por los diversos procedimientos de laboratorio: la ozona química tiene una intensidad de accion muy notable con todos los cuerpos químicos con que funciona. Siendo tan concentrada, los efectos fisiológicos que determina en la economía animal son muy exagerados, y las presiones á que los determina dan diferentes resultados en el organismo.

La ozona atmosférica, por el contrario, producida por los efectos meteorológicos que determinan los fenómenos cósmico-atmosféricos, existe en muy pequeña proporcion, y se produce por las fuentes que lo suministran de un modo lento, gradual y permanente, y á medida que se produce ó ingresa á nuestra atmósfera, se va diluyendo entre las moléculas del aire de la misma manera que un líquido alcohólico en pequeña dosis se disuelve atómicamente en 500,000 veces su volúmen de agua.

La cantidad média máxima de ozono contenido en solucion entre las moléculas del aire atmosférico es $\frac{1}{450.000}$ del peso de esta mezcla gaseosa, ó lo que es lo mismo, 0,02222 cienmiligramos por litro; el máximo puede variar entre $\frac{1}{250.000}$ á $\frac{1}{280.000}$, lo que equivale á 0,0338 diezmiligramos por litro; así como el minimum es excesivamente irregular y equivale á 0,00016 cienmiligramos por litro.

La ozona atmosférica, aun cuando no se produzca en una comarca telúrica determinada, se difunde, de donde degenera en todas direcciones por la accion disolvente del aire, ayudada del movimiento imprimido á las capas atmosféricas por los vientos dominantes y por la misma velocidad de difusion del ozono que equivale á 1,5 de la del oxígeno, quiere decir, que si la difusion del oxígeno comun es :: 0,5 la del ozono es :: 2, porque existiendo en solucion en el oxígeno del aire atmosférico, el poder de difusion y su velocidad es igual á la suma de su velocidad propia, más la que tiene el oxígeno en que se encuentra disuelto.

Segun estos datos, tenemos que atender á varios hechos notables á fin de ejecutar el estudio del ozono atmosférico.

La ozona ú ozono obtenido químicamente tiene diverso modo de obrar fisiológicamente que el ozono obtenido en nuestra atmósfera por la accion fisiológica de las plantas determinada á expensas de los efectos químicos de la luz solar.

La ozona atmosférica es, como dije ántes, el oxígeno del aire trasformado alotrópicamente por dos grandes potencias; la accion de las fuerzas físicas y las acciones químico-celulares de las fuerzas fisiológicas de las plantas.

De cualquier modo que se considere la produccion del ozono atmosférico, se puede reputar como un oxígeno naciente que está dotado de una tension siempre relativa al estado de contraccion molecular; pero de una accion muy distinta del oxígeno alotrópico producido en los laboratorios químicos y del oxígeno comun extraído por el calor, del clorato de potasa.

El poder oxidante de la ozona atmosférica se aprecia por los efectos químicos que se determinan en la mezcla gaseosa que constituye el aire que nos rodea: pues si lo estudiamos en las distintas horas del día, y en los diversos periodos estacionales hallaremos: que la ozona aumenta gradualmente de las seis de la mañana á las tres de la tarde, que es el periodo diurno durante el que, la accion de los rayos químicos de la luz solar determinan sobre las plantas esa notable accion clorofiliana por cuyo medio el ácido carbónico de la atmósfera y el absorbido por las raíces de las plantas, se transforma por descomposicion en carbono que se fija en las hojas verdes, y oxígeno naciente que se esparce en la atmósfera eliminándose por la accion respiratoria de los órganos foliáceos de ellas; en consecuencia, tiene su máximo de desarrollo á las horas en que el sol se aproxima al zenit; despues de las tres de la tarde va disminuyendo hasta perderse lentamente en las horas avanzadas de la noche, horas en que su presencia llega á desaparecer para volver á presentar al día siguiente los mismos fenómenos que se reproducen de igual modo en todas las estaciones, variando solo en intensidad.

Las estaciones de primavera, otoño é invierno son más constantes en sus manifestaciones que la de estío ó pluvial; durante las lluvias en la zona intertropical se pasan en la atmósfera muchos fenómenos que determinan acciones fisico-químicas de mucha importancia que se cumplen bajo la influencia de la ozona ú oxígeno alotrópico.

En las estaciones de primavera, otoño é invierno, el aire seco hace revelar mayor intensidad en la manifestacion del ozono. La sequedad del aire, su estado higrométrico al minimum, su temperatura efectuada á la accion de un aire ambiente que no pase de 19° cc. á 22° cc., la velocidad del viento y la accion de los rayos químicos de la luz solar sobre las plantas, son otros tantos agentes que en compañía de la evaporacion determinan la mayor manifestacion del oxígeno alotrópico.

Además, poseyendo nuestra comarca geográfica bosques muy exuberantes en vegetacion, y siendo las acciones fisiológicas de las plantas las que más contri-

buyen á dar oxígeno naciente á nuestra atmósfera, por medio de la luz solar que se reparte más uniformemente sobre nuestro suelo, es evidente que siendo estas estaciones el periodo de tiempo en que los fenómenos antedichos son más constantes, el ozono atmosférico se debe presentar con más constancia, y su intensidad de acción á ciertas horas del día debe ser más notable.

Por el contrario, aunque durante la estación de las lluvias el oxígeno alotrópico atmosférico se presenta con más intensidad en las altas regiones del espacio en el transcurso de las tempestades, siempre que hay meteoros eléctricos, una acción intensa, las manifestaciones de ozono sobre la superficie de la tierra son débiles é insignificantes por las causas siguientes:

Las descargas eléctricas realizadas durante las lluvias torrenciales en la atmósfera del continente mexicano, obran de un modo químico sobre los elementos del aire y sobre el agua condensada de las nubes de las regiones geográficas donde cae la lluvia.

Sobre el aire atmosférico determinan la formación del ozono; pero el ozono, en contacto con el agua condensada que cae, y en virtud de esa afinidad superoxidante que posee, forma agua oxigenada en las altas regiones de la atmósfera, formado el bióxido de hidrógeno y prosiguiendo en su descenso con movimiento uniformemente acelerado, se descompone por el rozamiento con el aire que se disuelve en el agua llovediza, quedando la ozona que formaba el agua oxigenada desasimilado, y componiéndose la agua que cae, de agua, aire atmosférico disuelto y oxígeno puro que da la combinación de la ozona con el agua condensada que había sido trasformada en bióxido de hidrógeno. En este caso no hay manifestación de ozono atmosférico, y como veremos después, el papel ozonoscópico no se impresiona.

Cuando cesa la lluvia, entonces se observa que las descargas eléctricas ozonizan el oxígeno del aire; pero como existe el vapor de agua en la atmósfera en un estado de saturación perfecta, el ozono formado se emplea en oxidar el azoe atmosférico hasta producir grandes cantidades de ácido nítrico que se combina lentamente con el amoníaco atmosférico formado á expensas del azoe del aire y del hidrógeno de las materias orgánicas, dando lugar á la formación de los nitratos de amoníaco y á los nitratos de cal, potasa y sosa, que se encuentran en diversas comarcas del suelo, constituyendo las *nitrerías naturales*: mas como el ozono atmosférico se emplea en verificar esta serie de acciones químicas, su manifestación no se hace patente por el papel ozonoscópico; esta es la causa por qué, á pesar de existir formado, su presencia se desconoce y no se aprecia por el papel reactivo.

Siempre que las lluvias, en la estación correspondiente, sin ser torrenciales son sostenidas por tres ó cuatro días con una intensidad igual y sin descargas eléctricas que produzcan el rayo, el trueno y la luz; cuando en vez de esto se nota que la electricidad de las nubes se descarga por efluvios lentos sobre el aire

atmosférico, entónces la ozona atmosférica se encuentra más pura y en mucha abundancia en las comarcas y regiones continentales próximas á los puntos donde las aguas pluviales caen; el ozono entónces tambien no manifiesta su accion quimica sobre el papel reactivo, porque se emplea en formar en las altas regiones atmosféricas, agua oxigenada, que, descompuesta por el rozamiento á tiempo de caer sobre la superficie de la tierra, da lugar á la disolucion de mayor cantidad de oxígeno y á la mayor riqueza de este cuerpo disuelto en el agua pluvial. En este caso, como en los anteriores, el papel ozonoscópico no da indicios de la trasformacion del oxígeno comun en alotrópico, pues su presencia se hace latente por estar empleado en determinar acciones químicas de tanta importancia. Además, durante la estacion pluvial se queman las materias orgánicas que vagan en la atmósfera por el ozono que abundantemente se hace patente despues de los aguaceros torrenciales, dando lugar á la formacion, *de agua*, por ponerse en juego los elementos oxígeno del aire é hidrógeno de las materias orgánicas; *de amoniaco*, descargando la electricidad sobre el azoe del aire é hidrógeno de las mismas materias orgánicas; y *de ácido carbónico*, combinando el oxígeno atmosférico con el carbono de las materias orgánicas que los vientos levantan en la atmósfera. El ozono, ocupado de este modo en purificar la atmósfera, deja de hacerse patente y no es acusado por el papel reactivo como en el caso anterior.

II.

Ya hemos dicho que la ozona ú oxígeno alotrópico producido químicamente, es de una accion más intensa que el ozono atmosférico, porque el ozono atmosférico es una solucion de ozono puro diluido en el oxígeno del aire en la relacion máxima de 0,0222 por litro, miéntras que el ozono obtenido químicamente es totalmente concentrado. De esto se infiere que la accion fisiológica de uno y otro cuerpo es completamente distinta, cosa que se ha comprobado por las experiencias que he logrado ejecutar.

El ozono concentrado lo he obtenido de la manera siguiente, para la primera experiencia y primer procedimiento. En una campana de cristal de ocho litros de capacidad, he alojado una cantidad de aire á la temperatura de 21° y á la presion de 0,586 milímetros, poniendo dentro unos pedazos de fósforo blanco; á la hora siguiente todo el oxígeno del aire se habia ozonizado, lo que se comprobaba por la reaccion que se observó en el papel ozonoscópico, la que fué tan intensa, que instantáneamente marcaba 14° ozonométricos. Puse dentro un pájaro de pequeña talla: desde el principio el animalito no se sintió bien; su estancia en el interior de la campana le produjo una anhelacion en los movimientos respiratorios; abria el pico, aceleraba sus movimientos expiratorio é inspiratorio, extendia las alas de cuando en cuando como para volar, y se notaba en él

una congoja apremiante; dos minutos que duró la experiencia bastaron para entorpecer sus movimientos, al grado que fuera de la campana no hizo impulso para volar; al salir, y dos minutos despues continuaba con la anhelacion que experimentó dentro de la campana, la que se fué disipando poco á poco hasta restablecer su respiracion normal; pero se notaba que de 10 en 10 segundos estornudaba y sacudia la cabeza atacado de catarro naso-brónquico: dos dias estuvo en este estado, se postró algo, y continuando en esta situacion por muchos dias, aunque con ménos intensidad, logró restablecerse y volver muy lentamente á su primitivo estado: se trataba de un gorrión muy alegre que cantaba muy bien; los signos de su alivio coincidieron con la cesacion de la muda en que entró desde el momento de la experiencia, pues al noveno dia volvió á cantar alegremente.

El mismo aire ozonizado lo empleé al siguiente dia para mi segunda experiencia: dentro de la campana introduje un pequeño conejo de dos meses de nacido, bien robusto, digiriendo maravillosamente y funcionando fisiológicamente: en los primeros momentos no se notó cosa alguna anormal; iba y venia, se sentaba y se paraba alternativamente dentro de la campana, rumiaba algunas hojas de zacate fresco; de este modo se habian pasado cerca de diez minutos, cuando de repente se para sobre las cuatro patas como si violentamente le hubiera atacado algun dolor de pecho, y comienza á estar jadeante y á tener anhelacion á tiempo de respirar; despues la respiracion es acelerada y asfíxica, y el conejo empezó á estornudar con estrépito y á limpiarse el hocico y narices; pasados quince minutos saqué al conejo de la campana al aire libre, y permaneciendo un rato como anonadado, empezó á andar lentamente hácia uno de los rincones de la pieza, estornudando fuertemente y con terquedad; se abrigó en el rincon hácia donde se dirigió, continuó estornudando todo aquel dia, el siguiente y el tercero, arrojando un moco claro y filante y conservando los ojos inyectados y lacrimosos. Quedó sin comer ni beber durante el dia, aunque tenia cerca de sí hojas de lechuga; del segundo dia en adelante estuvo un poco más despejado, pero sin comer ni beber gran cosa; casi durante la semana continuó con un catarro naso-brónquico que fué cediendo lentamente hasta los seis dias en que volvió á su vida normal, saltando y haciendo otros actos que indicaban haber salido de la influencia de la enfermedad causada por la respiracion del ozono.

Segundo procedimiento para obtener el ozono concentrado á fin de ejecutar mi tercera experiencia. En una retorta tubulada puse permanganato de potasa pulverizado, y añadí por el tubo recto de seguridad colocado en la tubuladura, ácido sulfúrico diluido en porciones iguales hasta llenar de oxígeno naciente ó alotrópico la campana, cuya capacidad es de ocho litros que tenia llena de agua sobre una cuba hidroneumática; este gas era puro ozono concentrado, y en él sometí al mismo conejo de la experiencia anterior despues de un mes de restablecido de su primera enfermedad causada por la segunda experiencia. En esta

vez la atmósfera de la campana, constituida en su totalidad por ozono puro y concentrado sin mezcla con otro gas, empezó á producir sobre el conejo efectos muy notables: al momento de entrar empezó á estornudar, y esto, que probablemente entró alguna cantidad de aire al inclinar la campana, su respiracion se hizo anhelante, difícil, entrecortada, disneica al grado de querer buscar otra atmósfera pura en que respirar; á los cinco minutos se le contaban 28 inspiraciones por minuto; despues de los seis, la respiracion se hizo asfíxica y sufría como accesos convulsivos, presentándose despues de cada acceso un temblor general y una ansiedad extraordinaria: se llevaba constantemente sus manos al hocico y á los ojos, se rascaba alternativamente las orejas con las patas y estornudaba más y más; á los ocho minutos sufría convulsiones; la asfíxia aumentaba más, hasta que á los veinte minutos cayó muerto entre convulsiones y contracturas notables. A las catorce horas la autopsia reveló una inyeccion extraordinaria de todo el tubo respiratorio que se extendió hasta las celdillas pulmonares, é indicios de una congestion cerebral.

Cuarta experiencia y tercer procedimiento para obtener ozono puro. Del clorato de potasa por el calor, y en los utensilios convenientes, se extrajo oxígeno comun, que se hizo pasar por un tubo de porcelana enrojecido; recibíendose despues en una campana, ya bien frio, se electrizó el oxígeno por la electricidad dinámica, y se comprobó su ozonizacion completa por el papel reactivo ozonoscópico; se sometió á su influencia otro conejo de igual constitucion, edad y talla que el primero, y pude notar que los fenómenos observados en el caso anterior se reprodujeron con la misma sucesion, pero con mayor intensidad y en menor tiempo, diez minutos, trayendo en pos de sí la muerte del conejo. La autopsia verificada en el acto, presentó una viva inyeccion en todo el aparato respiratorio, un moco sanguinolento en el trayecto del tubo laringo-brónquico y contraccion rígida de la fibra muscular.

A pesar de la imperfeccion de estas experiencias y de la falta de aparatos convenientes para evitar la introduccion del aire en el momento de introducir los animalillos que se someten á la experiencia, los hechos indican claramente que este cuerpo químico es completamente distinto del cuerpo atmosférico, cuya existencia y produccion son debidas á fenómenos especiales que se pasan sobre la tierra y su atmósfera, determinados por las fuerzas cósmicas en alturas tan notables como en la mesa central que se halla en nuestro continente á una altura média de 2,290 metros sobre el nivel del mar.

La serie de experiencias que sigue comprueban perfectamente que el ozono atmosférico no es un gas concentrado, sino una porcion de ozono puro, disuelto entre las moléculas gaseosas del oxígeno del aire, y que la mezcla gaseosa modera extraordinariamente la accion del oxígeno alotrópico sobre los organismos animales.

PRIMERA EXPERIENCIA, DIA 15 DE OCTUBRE DE 1878.

En una campana de ocho litros se pusieron 8 litros de aire comun á la temperatura de $12^{\circ},5$ cc. á la presion de 0,587 milímetros y á un estado higrométrico de 37 %. Este aire se tomó en la mañana á las seis, hora en que las acciones fisiológicas de las plantas son casi nulas por la carencia de los efectos quimicos de la luz solar, de suerte que el poco ozono que contenia, marcando el papel ozonométrico 2° , estaba representado por la cifra de 0,000326 por litro. Hice introducir ozono concentrado, de una pequeña campana en donde habia recibido oxígeno naciente obtenido por la descomposicion del permanganato de potasa y el ácido sulfúrico diluido en proporcion de 0,01569 cienmilímetros por litro, lo que representaba en 8 litros 0,12552 cienmilímetros que se midieron en una probeta graduada en milímetros y diezmilímetros; puse además dentro de la campana 1 gramo de potasa cáustica para absorber el ácido carbónico producido por la respiracion y el vapor de agua exhalado; hechos estos preparativos, introduje una paloma torcax por espacio de media hora, y se le produjeron los sintomas de catarro naso-brónquico y un abatimiento con tristeza, malestar, inapetencia, continuos estornudos, que duró tres ó cuatro dias, al cabo de los cuales se restableció el animal volviendo á su habitual estado.

SEGUNDA EXPERIENCIA, DIA 7 DE NOVIEMBRE DE 1878.

En la misma campana en que se hizo la experiencia anterior, se introdujeron 8 litros de aire atmosférico, tomado á las seis de la mañana, á la temperatura de $10^{\circ},75$, á la presion de 0,586 milímetros, á un estado higrométrico de 30 % y al grado ozonométrico de $2^{\circ},5$, que equivale á 0,000406 por litro; se hizo llegar á esta campana un volúmen de ozono equivalente á 0,12557 cienmilímetros, que corresponden, como en la experiencia anterior, á 0,01569 cienmilímetros por litro; se procuró absorber esta cantidad de ozono por tiras de papel ozonoscópico, que se colocaron profusamente para lograr este efecto durante dos dias, y se colocó tambien la potasa para absorber el ácido carbónico de la respiracion. Despues de todos estos preliminares, y al cabo de este tiempo, se introdujo otra paloma torcax, que despues de una permanencia de veinte minutos salió tan buena como ántes, sin haber experimentado los sintomas que la otra torcax de la experiencia anterior. El aire que quedó en la campana revelaba solo 5° ozonométricos, lo que correspondia á 0,000817 de ozono por litro, mientras que ántes de la experiencia para absorber el exceso de ozono revelaba 0,002288, lo que equivale á 14° . Hay que advertir que un exceso de ozono representado por 0,12557 cienmilímetros, no colora el papel ozonoscópico sino al grado 14° que representa la média máxima de 0,00228 de ozono por litro.

TERCERA EXPERIENCIA, DÍA 12 DE NOVIEMBRE DE 1878.

El 12 de Noviembre próximo pasado volví á llenar de aire atmosférico la campana que me sirve para las experiencias, á las siete de la noche, hora en que por lo comun el ozono del aire tiene una indicacion muy baja; la atmósfera se hallaba á $18^{\circ}.75$, á la presion de 0,587, al 58 % de humedad relativa, y al grado ozonométrico de 0°: introduje 0,0013 diezmilímetros por litro ó, lo que es lo mismo 0,0104 diezmilímetros por los 8 litros, y el papel ozonométrico reveló 8°; hice introducir á un gorrion, prévia la precaucion de poner una poca de potasa cáustica para absorber el ácido carbónico, y el pajarito estuvo dentro respirando por cerca de una hora sin el menor inconveniente, y sin sufrir alteracion alguna que dependiera de falta de funcionamiento fisiológico: interrumpí la experiencia porque el aire cosumido debia haber formado por el enrarecimiento del aire restante, una atmósfera de menor tension, y esta particularidad podia haber modificado la experiencia si se hubiera prolongado más tiempo.

La falta de campanas con sus barómetros y otros instrumentos para apreciar la rarificacion del aire me han impedido continuar mis experiencias de modo de saber con exactitud los fenómenos fisiológicos que se modifican: pero bastan las que he presentado para probar que el ozono químico concentrado obra fisiológicamente de un modo diverso del que obra el ozono disuelto en el aire atmosférico, y que el aire vivo ú ozono de nuestra atmósfera campestre ó urbana es una pequeña proporcion de ozona concentrada, diluida entre las moléculas del oxigeno del aire que aspiramos, modificándose su accion por la cantidad relativa de los gases que forman la mezcla.

Por las observaciones referidas se nota que el ozono no existe constantemente diluido entre las moléculas del aire sino á determinadas horas del dia por las acciones fisico-químicas de las fuerzas cósmicas y químico-celulares de las fuerzas fisiológicas, y que su produccion depende de varios fenómenos intrínsecos que dependen del aire, del calor, de la luz, de la evaporacion, de los vientos, del vapor de agua y de otros varios que mencionaré á su tiempo.

¿En qué consiste, pues, la accion de la ozona sobre el organismo vivo? ¿Cuáles son las acciones fisiológicas y patológicas que determina? ¿Son iguales estas acciones entre si, en caso de que se respire el ozono concentrado, ó el ozono diluido?

Los autores europeos, como Schwarzenbach, Schönbein y Böckel, han concluido, despues de experiencias numerosas, que el ozono puro trae consigo congestiones pulmonares, inflamacion del aparato respiratorio, enfisema, catarro pulmonar, brónquico, laringeo y faringeo, fenómenos nerviosos de grande importancia, convulsiones y la muerte. acompañado todo de dispnea, aceleracion en los actos respiratorios, agitacion, malestar, embriaguez, etc. Segun esto la

ozona obra fuertemente sobre el aparato respiratorio y centros nerviosos; y aunque esto es cierto, con relacion al ozono puro y concentrado, no lo es para el ozono diluido; las circunstancias y propiedades fisico-químicas son diversas en uno y en otro caso, como se ha probado en las experiencias referidas.

JOSÉ G. LOBATO.

(Continuad.)

FARMACIA.

JARABE ANTIESCORBUTICO.

Es probable que si pudiésemos dedicarnos á estudiar las producciones de nuestro país, encontraríamos con que sustituir algunas de las que usamos de Europa, principalmente las que siendo propensas á alterarse, nos vienen ya deterioradas y han perdido la mayor parte de sus propiedades: tal sucede con las cantáridas, que en las droguerías de México es raro que no estén apolilladas; con el acónito, los bulbos de cólelico, que secos y con el trascurso de algun tiempo, son medicamentos infieles; lo mismo sucedería con las plantas que componen el jarabe de que me ocupo, si no fuera tan sabido que basta la desecacion para que pierdan sus principios activos, y por esto nadie las pide ya á Europa, si no es bajo la forma de jarabe, con el agregado de cierta cantidad de yodo que le mezcla M. Grimault para venderlo entre sus especialidades.

Los principales ingredientes de esta preparacion, como se sabe, son la coquelearia armoracia y la oficinal; de ambas carece nuestro país: por consiguiente, no puede hacerse este jarabe sino buscando entre los representantes que tiene en nuestro suelo la interesante familia de las crucíferas los que la experiencia demuestre que tienen al mismo grado las propiedades de aquellas: á mí me ha parecido encontrarlas en el lepidio; la raíz, el tallo y principalmente las hojas de esta planta, tienen el olor fuerte y el sabor picante de las coquelearias: las hojas, machacadas y aplicadas sobre la piel, producen la rubefaccion, de modo que en algunos casos pueden reemplazar á la mostaza: como ésta, su efluvio excita fuertemente el lagrimeo. Un kilógramo de hojas frescas machacadas puestas á destilar con cuatro kilógramos de agua hasta obtener de producto la mitad; éste adquirió un olor muy fuerte, y dejó depositar en el fondo del recipiente cosa de seis gramos del aceite volátil propio de las crucíferas, cuyo tipo es la esencia de mostaza, que como se sabe, es un compuesto definido de sulfocianógeno con un radical hidrocarbonado que se representa por la fórmula