

# DISCURSO

LEIDO ANTE LA

Real Academia de Medicina de Valencia

EN LA RECEPCIÓN DEL

*Dr. D. Juan Torres Babi*

el día 28 de Junio de 1908

SEGUIDO DE LA CONTESTACIÓN DEL ACADÉMICO NUMERARIO

*Excmo. Sr. Marqués de Ezzenarro*



VALENCIA

Imprenta y Litografía de José Ortega  
Calle de Ruzafa, núm. 47

VENTILACIÓN NATURAL DE LOS EDIFICIOS

# DISCURSO

DEL ACADÉMICO ELECTO

**Dr. D. Juan Torres Babi**



Muy Ilustre Señor:

Señores Académicos:

Las primeras palabras son para expresar la inmensa gratitud de que para con vosotros seré perpetuo deudor, por la dignificación que, con afectuosa benevolencia, me habéis otorgado, trayéndome á participar de vuestras sesiones científicas y de vuestras tareas como Cuertpo consultivo y asesor de los Poderes públicos. Aceptad, pues, mi más sincero reconocimiento y os ruego perseveréis favoreciéndome con vuestra indulgencia.

Impone al ánimo confusión y miedo el pretender cumplir el precepto reglamentario, y constituyé para mí un problema de tan intrincada resolución escribir un trabajo merecedor de ser por vosotros escuchado, y que en cierto modo justifique la merced que me habéis conferido, reservándome sitio á vuestro lado, que, al acometerle, no encuentro manera de hermanar mis perplejidades con el deber del mandato imperativo. Pero ya que no hay posibilidad de eludir las exigencias de la situación, haré ésta compatible con la endeblez

de mis facultades intelectuales, eligiendo tema dentro de la jurisdicción de mis estudios predilectos y disertaré en comediosa síntesis, sobre LA VENTILACIÓN NATURAL DE LOS EDIFICIOS, cuya importancia no tiene necesidad de encarecimiento, siendo el aire atmosférico el elemento más necesario al hombre, aquel del cual no se puede prescindir, ni en un lapso brevísimo de tiempo; el que obra sobre nuestra economía noche y día en todos los momentos y circunstancias y el que pone en actividad los órganos más delicados é importantes del cuerpo, deduciéndose la trascendental influencia que la pureza del aire desempeña en la salud.

Cuando un hombre respira en plena atmósfera, esta función fisiológica se verifica sin obstáculo de un modo normal, difundiéndose el aire exhalado por los pulmones en la masa atmosférica, sin ejercer efectos nocivos en el organismo. Pero cuando el individuo se halla en el interior de una habitación, siendo limitado el volumen de aire que puede disponer para la oxidación de la sangre, indefectiblemente se ve obligado á introducir en su cavidad torácica aire que ha desempeñado ya una ó varias veces su papel vital.

Siendo esto causa de alteración de la salud y haciendo que se debilite poco á poco el funcionamiento del aparato respiratorio y extinga la energía fisiológica.

Es difícil estudiar de un modo general todo lo que se refiere á la alteración atmosférica por agentes exteriores independientes de las manifestaciones de la vida en los edificios, puesto que su influencia depende de una porción de concausas. Debiendo concretarnos á combatir los peligros que provienen de la presencia del hombre, adoptando las disposiciones más adecuadas para alejarlos, disposiciones que, salvo en circunstancias muy excepcionales y casi siempre de corta duración, serán suficientes á precaver contra los agentes nocivos.

Las respiraciones pulmonar y cutánea producen un doble efecto en el ambiente; negativo, por la absorción del oxígeno, y positivo, por el desprendimiento de ácido carbónico, vapor de agua y substancias orgánicas, con la siguiente elevación de temperatura.

La disminución de oxígeno no tiene importancia porque por pequeño que fuese el local y absoluta su incommuniación con el exterior, se necesitaría un tiempo desmesurado antes que el hombre consumiera todo el volumen de aquel gas. El ácido carbónico de no alcanzar proporciones excepcionales tampoco desempeña un papel activo. Pettenkofer respiró sin grandes molestias aire que contenía 0,01 de ácido carbónico; llegando Forster á respirar por espacio de diez minutos un ambiente que encerraba 0,04 de aquel gas; debiendo hacer constar que en ambas experiencias el ácido carbónico no provenía de la respiración, sino de reacciones químicas. Las materias orgánicas, el vapor de agua y la temperatura, si exceden de ciertos límites, alteran la regularidad de las funciones respiratorias y predisponen al desarrollo de enfermedades graves.

La determinación del grado que han de alcanzar las materias orgánicas para que se conviertan en un peligro, es sumamente difícil y laborioso. Generalmente se trata el aire espirado, por una solución de permanganato de potasio en ácido sulfúrico, pero el experimento no es concluyente, porque además de ponerse de manifiesto las substancias orgánicas, se revela la presencia de otros, con el hidrógeno sulfurado, el ácido sulfuroso, etc., que también reaccionan en aquella solución; de aquí que se haya llegado en estos análisis á resultados diferentes y aun contradictorios, que no permiten fundamentar categóricamente.

El procedimiento universalmente empleado para apreciar el grado de impurificación del aire por las materias orgánicas, se funda en la dosificación del ácido carbónico, porque la experiencia demuestra que existe un paralelo constante entre las proporciones de su producción y las impurezas orgánicas.

El límite de ácido carbónico admisible, en una estancia donde se ha de permanecer algunas horas, lo fija Pettenkofer 0,0007, pudiendo llegar 0,001 si se emplea el alumbre do artificial ordinario. Parkes y la mayoría de los higienistas ingleses fijan como máximo 0,0005 ó 0,0006, De Chautmont 0,0004. El general Morin admite hasta 0,0008; Licomte

llega á la cifra 0,0002 y Billings rechaza todo valor superior á 0,0005.

Muchos son los procedimientos para determinar la cantidad de ácido carbónico que contiene una atmósfera, pero la eficacia de la ventilación y la salubridad de las habitaciones, no puede descansar en el conocimiento *á posteriori* de aquel volumen, sino que han de fundarse en la adopción de medidas convenientes para que jamás las proporciones de ácido carbónico superen los límites máximos admisibles. Debiéndose tomar como índice del grado de respirabilidad de una atmósfera la cantidad de ácido carbónico, producido por el organismo humano y fijarla de antemano, conocidos como son los procesos fisiológicos. La ventilación ha de ser tal, en todos los momentos, que jamás se acumule el ácido carbónico, producido por el hombre en cantidades superiores á 0,0004. Esta cifra y las consignadas por Gavarret, según lo cual, un ser humano produce 500 litros de aquel gas por día, serán las fundamentales para resolver el problema.

La determinación del volumen de aire necesario por persona y hora, se funda en la cantidad de gas carbónico exhalado por el organismo y límite del que puede tolerarse; esos volúmenes son 21 litros y 0,0004 respectivamente, correspondiendo á 500 litros por hombre al día.

Si llamamos  $a$  la cantidad de ácido carbónico que el aire atmosférico contiene en su composición normal por metro cúbico;  $b$  el respirado por un hombre en una hora;  $C$  el máximo tolerable por metro cúbico, y  $v$  el volumen de aire nuevo que ha de introducirse para que no rebase este límite, se podrá establecer la igualdad  $v a + b = v c$ , de donde

$$v = \frac{b}{c - a}$$

y sustituyendo valores se tiene

$$v = \frac{0,021}{0,0007 - 0,0003} = 52,500 \text{ metros cúbicos}$$

La capacidad de la estancia que llamamos  $s$ , el ácido carbó-

nico que inicialmente contendrá su atmósfera será  $sa$ ; el respirado por un hombre en  $x$  horas, siendo  $x$  el tiempo que tardará el ambiente confinado en ser viciado, podrá expresarse por  $b x$  y por consiguiente  $s a + b x = s c$ , de donde

$$x = \frac{s(c - a)}{b}$$

Estas fórmulas análogas á las propuestas por Putzeys y Damman, son las que con más sencillez resuelven el problema fundamental de la ventilación.

De Chaumont representa por  $R$  la proporción de ácido carbónico que hay en el aire libre;  $r$  la del viciado;  $c$  el espacio cúbico de la sala;  $r'$  la proporción á que debe reducirse  $r$ ;  $d$  el volumen de aire nuevo admitido;  $v$  el volumen total de aire disponible  $v = c + d$ , y establece la relación

$$v = \frac{r' - R}{r - R} \times c,$$

determinándose la cantidad de aire nuevo necesario, ó para no exceder del límite  $r$ , por la fórmula

$$v = \frac{n e h}{r - R'}$$

en la cual  $n$  es el número de hombres,  $h$  el de horas y  $e$  el ácido carbónico espirado por hombre y hora; fórmula análoga á la primera pero más general.

Petenkoffer, fué uno de los primeros que estudiaron de un modo profundo esta cuestión, partió del volumen de ácido carbónico desprendido del cuerpo humano en una hora por kilogramo de su peso, que supuso era de 0,017 metros cúbicos, y señalando la cifra 0,0002 como límite máximo admisible de impurificación del ambiente, fué preciso introducir más de 80 metros cúbicos de aire por persona y hora.

Independientemente de estas fórmulas, los higienistas aconsejan cifras muy elevadas. El general Morin señala

60 metros cúbicos por hora como mínimo en los hospitales, 50 en las cárceles, de 60 á 100 en los talleres, 40 á 50 en los cuarteles, de 12 á 15 en las escuelas de niñas, 25 á 30 en los de adultos y de 180 á 200 en cuadras y establos; Parkes recomienda 112 metros cúbicos; Billings, 85; Putzeys, 75; la Comisión española, 60, y De Chaumont 84.

Entre los volúmenes señalados por Morin y el debido á Parkes quedan comprendidos todos los demás, así como los resultados de las fórmulas oscilando la mayoría entre 60 y 80 metros cúbicos.

Admitiéndose por la generalidad que en los dormitorios de las casas particulares no conviene menos de 50 metros cúbicos de aire puro por persona y hora, 60 si se trata de cuarteles y 70 en la sala de enfermos.

Teniendo en consideración lo desatendidas que suelen estar las cuestiones que afectan á la ventilación, el valor de 60 metros cúbicos por persona y hora, parecerá excesivo é innecesario, porque de ordinario nos contentamos con 6, 8 ó 10, sin incurrir en notorios inconvenientes, porque rara vez sobrevienen enfermedades determinadas de un modo directo, por la deficiente renovación del aire, no es menos cierto que la escasa oxigenación, á que permanecemos sometidos muchas horas del día, quebranta lentamente las energías vitales, abona el terreno y lo hace apto para el desarrollo de graves enfermedades.

Pónese más en evidencia que la cifra de 50 á 60 metros cúbicos no es exagerada, observando que un hombre en plena atmósfera, moviéndose el aire á la moderada velocidad de 18 metros por minuto, resulta bañado en una hora por unos 910 metros cúbicos de aire. Concederle 60 en el interior de una habitación es, por consiguiente, suministrarle quince veces menos aire del que la Naturaleza le concede.

Tal vez se juzguen infundados los métodos que conducen á la averiguación del volumen de aire necesario por persona y hora, por referirse todo el cálculo á la cantidad de ácido carbónico, tomado como índice de los tres factores insalubres: materias orgánicas, aumento de humedad y elevación de la temperatura, en lugar de estudiar directamente estas

tres causas. Hasta ahora, como hemos dicho, no existe otro método más seguro de apreciar la pureza de una atmósfera, porque la producción de sustancias orgánicas guarda íntima relación con el calor, el grado higrométrico del aire, el tiempo que está ocupado el local, el género de trabajos á que se dedica el individuo, su temperamento, su estado patológico, edad, sexo, etc., siendo imposible representar con exactitud todos estos agentes y los fenómenos que originan por signos algebraicos. Lo mismo puede decirse de la humedad y de la temperatura. Si se prescinde, por lo tanto, del ácido carbónico y se funda el establecimiento de la ventilación en la importancia de los verdaderos agentes insalubres, habría que recurrirse, no al cálculo, sino á la experimentación, y entonces, según opinión de los higienistas, los volúmenes necesarios de aire puro serían aún mayores.

Y se comprende que así sea, puesto que en las consideraciones y fórmulas que anteceden sólo se ha tenido en cuenta la purificación debida al proceso de la respiración pulmonar, desatendiendo la cutánea que tanto contribuye al aumento de la humedad; las emanaciones gaseosas, producto de las digestiones gástricas é intestinal; las secreciones que tienen lugar en todo el organismo; la contaminación por los vestidos y el calzado, y otra multitud de circunstancias.

Determinado el volumen de aire indispensable, en teoría es indiferente la capacidad de las habitaciones, siempre que se asegure la dotación prevista. No sucede lo mismo en la práctica, porque si las dimensiones del local son pequeñas, con respecto al número de personas que allí se encuentran, será preciso que afluja el aire nuevo con una velocidad inadmisibles por lo molesta y peligrosa: la capacidad de la habitación, en otro concepto, es un coeficiente de seguridad para el caso de que por cualquier accidente se interrumpa la entrada regular del aire puro.

Todos los higienistas están conformes en no admitir una renovación de más de cuatro veces por hora, inclinándose la mayoría á la doble ó triple aireación, lo que conduce á señalar una capacidad de 15 á 20 metros cúbicos por persona en los departamentos de habitaciones casi permanente.

En lo que se refiere al agente inicial de la ventilación, ésta puede ser natural ó artificial. Atendiendo á que en la mayor parte de nuestro país no funciona con caracteres de regularidad y permanencia la calefacción artificial, consideramos para mayor claridad en el estudio, como ventilación natural, la fundada en la presencia del hombre, el calor solar y el viento, y como artificial, la que se obtenga por cualquier otro medio.

Todo sistema de ventilación ha de comprender tres partes: un origen de fuerza, medios para dar salida al aire viciado, y otros que favorezcan la llegada de aire nuevo.

La ventilación natural descansa en los principios siguientes:

1.º Si el aire atmosférico y el de las habitaciones tiene igual densidad, las presiones interior y exterior se equilibran y el aire permanece en reposo, sin que tenga lugar otra ventilación que la debida al viento y á la difusión.

2.º Un volumen de aire no puede entrar en una habitación sin que salga de ella otro volumen igual, y como en la ventilación natural se establece la corriente por el empuje de una columna de aire frío, más denso que el viciado por la respiración, hay que atender á proporcionar salida al necesario volumen de este último, atemperando la entrada del puro á la masa evacuada del respirado.

3.º El aire respirado sale del cuerpo á una temperatura mayor que el ambiente de la sala y tiende á elevarse, lo cual determina una corriente que puede aprovecharse para la ventilación.

4.º Roto el equilibrio entre las masas gaseosas, se obtiene como inmediata consecuencia la entrada de aire nuevo por medio de una aspiración.

5.º El volumen de aire que se evacua á lo largo de una chimenea crece con la altura y la sección de ésta.

Lo primero que hemos de dilucidar es hasta qué punto la presencia del hombre en una habitación determina la renovación del ambiente.

Para resolver este problema se establecen varias fórmulas: la propuesta por Avilés es la más directa, adoptando

cifras que tiendan á asegurar la eficacia de la ventilación, sin detrimento de la temperatura interior; sea el volumen del aire necesario por persona y hora 50 metros cúbicos y 20 metros cúbicos la capacidad de la sala por individuo; 37,5 gramos de vapor de agua lo que produce un hombre en igual tiempo (Dumas), y 71,7 calorías las engendradas por la combustión pulmonar, de las cuales se pierde  $550 \times 0,0375 = 20,6$  en la producción de aquel vapor á la temperatura á que sale del cuerpo, quedando unas 50 á 51 calorías que tienden á elevar la temperatura del local; de estas calorías una gran parte se pierde de las paredes, techo y pavimento, pudiéndose calcular su número por la fórmula Newton  $KS(T - T')$  siendo  $K = 1,20$  por término medio para los muros y  $K = 0,80$  para pisos y techos,  $S$  la superficie interior de transmisión del calor y  $T$  y  $T'$  las temperaturas interior y atmosférica.

Admitiendo, sin embargo, que se inviertan 42 calorías por hombre en elevar la temperatura, corresponden 17 calorías útiles á cada veinticuatro minutos, tiempo en el que han de renovarse.

$$\frac{2}{5} \times 50 = 20 \text{ metros cúbicos de aire}$$

pero 17 calorías elevan en una hora

$$\frac{17}{0,237} \text{ kgs de aire} = 71,73 \text{ kgs.}$$

en 1º, luego elevan los 20 metros cúbicos ó 25,40 kilogramos á

$$t = \frac{71,73}{25,40} = 2,82$$

ó sea en veinticuatro minutos, los 20 metros cúbicos en 1º, 13. Si la temperatura exterior es de 0º y de 6º la interior, á los veinticuatro minutos de estar ocupado el dormitorio la temperatura de la estancia será 7º, 13; durante los veinticuatro minutos siguientes penetrarán 20 metros cúbicos á 0º, dejando el ambiente á 3º, 36, que se elevarán por la acción del cuerpo humano á 4º, 70; en los otros doce minutos entra-

rán 10 metros cúbicos de aire. La temperatura descenderá á 3°, 70, de manera que el termómetro habrá bajado 2°, 30, continuando el mismo efecto, aunque cada vez menos pronunciado en las horas siguientes.

De ninguna manera es aceptable lo antedicho, á pesar de que hemos limitado á 50 metros cúbicos por persona y hora, supuesto que apenas se perdía calor por los muros y pisos y que las calorías desprendidas por el organismo comenzaban á obrar en conjunto desde el principio, aunque su producción es sucesiva, lo mismo que la renovación del aire puro, con acción menos pronunciada que ésta.

Así, pues, aun admitiendo que por la elevación de temperatura debida al organismo humano se llegase á fundar una activa ventilación, se obtendría á costa del saludable calor de la habitación, quedando el local en condiciones peligrosas para el organismo. De lo expuesto se deducen tres conclusiones importantes:

1.ª Si prescindiendo de la fuerza, origen de la ventilación, se abren orificios de entrada y de salida, dándoles las dimensiones necesarias para asegurar una renovación proveniente del aire confinado, y se supone que funcionarán unos y otros ventiladores con toda regularidad, la temperatura del local, más alta al principio (en invierno) que la del exterior, motivará en los primeros momentos el paso de los volúmenes de aire previstos, pero poco á poco tenderán á igualarse ambas temperaturas y la ventilación se verificará muy lentamente en términos insuficientes.

2.ª En una sala que haya de estar ocupada seis ú ocho horas seguidas, el aumentar la sección de los orificios no favorece la ventilación sino en los primeros momentos y es causa de enfriamiento.

3.ª La multiplicidad de conductos de entrada, cuando estén casi equilibradas las densidades del aire atmosférico y el confinado, lejos de asegurar la permanencia en el sentido de la corriente, será origen de grandes irregularidades, debidas á la distribución de personas en el local, al viento, al calor solar que conservan los muros, á la imprevista apertura de puertas y ventanas y á otras causas.

Aparte de los procesos orgánicos, las fuerzas naturales que pueden aprovecharse para purificar el ambiente son el calor solar y el viento.

El primero apenas tiene aplicación práctica, porque cuando interesa principalmente la renovación del ambiente es durante la noche; cualquiera que sean los materiales empleados, la radiación nocturna perderá el calor almacenado durante el día con más facilidad, á medida que más aptitud tengan los materiales para absorber calórico.

Desde este punto de vista, la única precaución que habrá de observarse será abrir los extremos de los conductos de salida, de modo que les pueda bañar el sol, huyendo de situarlos en lugares sombríos ó cubiertos.

El viento es una fuerza mucho más utilizable y que resuelta en gran parte el problema, si fuera constante en sus efectos y soplara en la misma dirección. Puede obrar sobre los conductos de llegada, precipitando la aspiración, ó sobre los de salida, produciendo un vacío inferior.

La utilización del viento en el primer concepto requiere los cuidados más exquisitos, porque, aparte de su irregularidad, si se le admite directamente en el interior de las habitaciones se originan muchos cambios de temperatura, molestos y altamente peligrosos durante el sueño, y nubes de polvo impurifican el ambiente ó bien obstruyen los orificios de admisión. No es posible encomendar la ventilación directa al viento, ya que además de ser inconstante, y por consiguiente ineficaz, sobrevenirían padecimientos agudos de las vías respiratorias. Su acción se ha de tener en cuenta precisamente con el objeto opuesto: el de evitar su influencia nociva; y á este efecto los orificios de entrada han de disponerse que cierren el paso al polvo y protejan contra las corrientes violentas, ramificando la masa del aire.

El alumbrado artificial, si se obtiene por la combustión de algunas substancias, puede contribuir al efecto que nos ocupa; el empleo del gas es muy conveniente en este concepto, siempre que se instalen aparatos provistos de tomas directas de aire y que determinen la elevación de temperatura en la chimenea de evacuación. Mas para llegar por tal



medio á la completa renovación del aire viciado, sería preciso efectuar gastos muy crecidos, quizá mayores que los que llevaría consigo una chimenea ó una estufa, sin lograrse las ventajas de la calefacción que éstas proporcionan.

Ni el calor humano, ni mucho menos el solar, ni el viento, ni la apertura de puertas, ni el alumbrado artificial, bastan á provocar el movimiento gaseoso que la ventilación exige, así como tampoco ofrecen garantías de una relativa constancia y normalidad en su funcionamiento.

No existe otra manera de resolver el problema que acudir á un foco calorífico, cuya capacidad aumente con la energía de la ventilación y el rigor del clima, foco que mantenga la sala á una temperatura agradable y renueve grandes volúmenes de aire. Por eso en todos los tratados que se ocupan de este asunto y en todos los países la ventilación y la calefacción son cuestiones conexas é inseparables; muy fácil nos sería seguir en este estudio la marcha generalmente adoptada, basada en suponer un calorífero, local ó central, que regule y fundamente la ventilación. Pero en lo relativo á los dormitorios colectivos y á la mayor parte de las viviendas privadas, á nada práctico conduciría plantear el problema en estos términos, pues no siendo necesaria en muchas localidades la calefacción artificial, cuantas conclusiones sentáramos, fundándose en la calefacción, carecerían de utilidad; así nos vemos reducidos de la base de que sólo han de utilizarse los medios naturales, deficientísimos, según se ha visto, lo cual dificulta sobremanera el estudio y la resolución del asunto.

Prescindiendo en absoluto de todo lo que se refiere á focos de calor, será preciso que estudiemos: 1.º, las instalaciones necesarias para lograr la renovación del aire en las proporciones prescritas por la higiene; 2.º, los recursos que se pueden adoptar á fin de que aquellas instalaciones se amolden á las necesidades, y 3.º, resultados que pueden esperarse de la ventilación natural.

Debemos reseñar de una manera abreviada las diferentes teorías y sistemas propuestos de ventilación para fundar la organización de la ventilación natural.

*Teoría de Suffit.*—Se supone que el aire encerrado en una habitación es una atmósfera en miniatura, que conserva todos los caracteres de la terrestre, obedece á iguales leyes y sufre las mismas influencias. En apoyo de esta hipótesis cita las experiencias que efectuó en una sala adosada á otras tres y con una ventana en la cuarta pared. La temperatura exterior frente á los cristales era de 9º y la interior de 14º en el centro del techo y de 7º al pie de la ventana, encontrándose el aire más caliente y dilatado en el punto medio del techo y el más denso debajo de la ventana; observó Suffit que el aire más frío de la habitación se dirigía del pie de la ventana al centro del cuarto, y aumentando poco á poco su temperatura ascendía al techo; una vez allí se extendía, marchando hacia la pared de la fachada, donde se enfriaba, descendiendo luego á lo largo de ella para renovar el movimiento explicado. Dedujo de esto que por la acción del calor se forman dentro de la sala corrientes de dirección constante, unas ascendentes y descendentes y otras transversales, debidas las primeras á las desigualdades de densidad y las otras al estado de tensión y depresión de las capas de aire.

En vista de estas observaciones, y considerando que los flujos se superponen en razón inversa de sus densidades, los cuales también son inversamente proporcionales á sus temperaturas, concluyó, que la introducción del aire puro debe verificarse por la parte baja de los muros, así como la evacuación del viciado ha de procurarse por la parte alta.

No hay que esforzarse mucho para demostrar los puntos débiles que presenta esta teoría, puesto que en el interior de una habitación la corriente gaseosa no tiene importancia por sí misma, sino en cuanto sirva para dar salida al aire impuro y entrada al nuevo; de tal modo, que es de todo punto necesario estudiar, no la corriente en un espacio incomunicado con el exterior, sino la manera como se establece la circulación cuando ese espacio se pone en comunicación directa con la atmósfera, lo cual constituye un elemento de perturbación en el ambiente interior. Ocioso es agregar cuán hipotético y teórico resulta sacar consecuencias absolutas

y generales para todos los casos, de lo observado, en un reducido local con un solo muro de fachada y una única ventana.

*Método Belga.*—Consiste en introducir el aire por la parte inferior cerca del pavimento, y expulsarlo por lo más elevado del techo, dándole salida directa mediante una chimenea ó por la interposición de una cámara de aire. Se funda en que, aun cuando el aire espirado está más cargado de vapor de agua y ácido carbónico, lo que parece ha de aumentar su densidad, la elevada temperatura á que sale del pulmón lo dilata y le impulsa á subir hacia el techo, la colocación en él de los orificios de escape tiene por objeto darle salida antes de que se mezcle con el nuevo y altere su pureza, evitando además que se condense el vapor de agua, en el cual se hallan la mayor parte de las materias orgánicas. El nuevo, á su vez, generalmente más frío y por consiguiente más denso que el de la sala, debe tener acceso por la parte más baja, sin que de este modo se altere su composición por la mezcla con el respirado.

Este método, lógico en teoría y cuando la temperatura exterior es más baja que la del local, cae en defecto en la práctica, pues, el efecto del viento sobre una fachada, precipita la entrada del aire por una de las paredes, produciendo aspiración sobre la otra, determinando una corriente de aire fresco casi horizontal, á la vez que la perturbación ocasionada en las capas superiores las somete á movimientos anormales que casi paralizan la renovación completa del ambiente.

*El Sistema Inglés.*—Los orificios de admisión y de escape se colocan próximos al techo, en paredes ó puertas, tanto si los primeros han de dar paso al aire fresco como á otro previamente calentado.

En Alemania se sitúan los orificios de entrada un poco más altos que la línea media del muro, dando salida al aire viciado por la parte alta en verano y junto al pavimento en invierno.

En los Estados Unidos el método dominante es establecer los conductos de llegada en el tercio superior de los

muros, abriendo dobles orificios de salida en el techo y á flor de tierra, de modo que éstos permanecerán siempre abiertos y aquéllos solo en determinadas circunstancias; todas estas disposiciones obedecen al sistema de calefacción de que forman parte, por lo cual no hacemos más que enunciarlos, puesto que no tienen aplicación, cuando se ventila fundándose en medios puramente naturales.

Independientemente de los métodos, los autores que han escrito acerca de estas materias han propuesto una multitud de soluciones, explicándose que haya tanta diversidad de pareceres, porque la renovación del ambiente de un local no es un problema abstracto, sino que está relacionado con la calefacción, el clima y las costumbres de cada país.

Réstanos indicar la *Teoría de Lecointe* que estudia con suma claridad el movimiento del aire confinado en relación con el atmosférico, desde el punto de vista más adecuado á la ventilación natural. Con este objeto considera los tres casos que pueden presentarse: que la temperatura de la sala sea más baja que la atmosférica, que ambas sean iguales ó que la segunda supere á la primera.

1.º *La temperatura de la sala es inferior á la de la atmósfera.*—Imaginando una habitación completamente cerrada y abriendo un orificio en el techo, los gases exteriores menos densos no penetrarán en el local y solo gracias á la difusión se renovará una pequeña parte del ambiente; la ventilación será nula.

Si el orificio se abre en uno de los muros, saldrá por él un volumen de aire procedente de la capa más alta, á la vez que se introducirá por el mismo conducto aire atmosférico, el cual ocupará la región superior del local; la difusión por una parte y por otra el contacto del aire nuevo con el impuro más denso que hay por debajo, tenderá á equilibrar las temperaturas de uno y otro, debilitándose la corriente cada vez más. Cuanto más arriba esté la abertura menos aire entrará en igual tiempo, pero el desplazamiento gaseoso tenderá más duración; si está muy baja ó junto al suelo, cesará la ventilación, así que haya desaparecido el aire confinado.

Abriendo dos orificios, uno cerca del techo y otro en la parte baja, el aire frío se evacuará por éste, ejerciendo una aspiración sobre el atmosférico, que ingresará por el otro; si se enfría el aire introducido continuará la corriente, pero si cesa el enfriamiento se igualarán sensiblemente las temperaturas, deteniéndose la ventilación.

2.º *Las temperaturas exterior é interior son iguales.*— En este caso no hay ni puede haber ventilación y sí sólo difusión, aumentada por las corrientes gaseosas si sopla el viento.

3.º *La temperatura exterior es la más fría.*— Esta hipótesis, por ser la más frecuente y la que obliga á mantener cerradas ventanas y balcones, es la que ha de examinarse con mayor detención.

Si se rasga una abertura en el techo, escapará por ella el aire caliente, cruzándose con el de fuera; el movimiento se acelerará á medida que crece la sección del orificio, cesando la entrada cuando se haya renovado todo el ambiente y no volviendo á tener lugar hasta que no se inicie una nueva producción de calor.

Puede reglarse el área de la abertura de modo que se obtenga una concordancia entre el aire frío admitido, su temperatura y conductibilidad, la potencia calorífica interior, la temperatura que se desea mantener en la sala y volumen que precisa evacuará concordancia que garantice la constancia de la ventilación; mas bastará que uno de sus factores varíe para que se interrumpa la regularidad del movimiento.

Cuando la abertura esté en una de las fachadas, el aire interior que hay por encima de ella no podrá escapar, renovándose únicamente el de abajo; la ventilación no será completa, y tendrá efecto una continua mezcla de los gases viciados con los puros. Bajando el orificio al nivel del suelo, solo la difusión se encargará de renovar en parte el ambiente.

Si se sitúan dos conductos, uno cerca del techo y otro junto al pavimento, el aire caliente á un nivel más bajo que el orificio superior se evacuará en razón de su menor densidad, produciendo una llamada á través de la abertura inferior.

Termina Lecomte su estudio, aconsejando que el aire introducido esté más frío que el de la sala y llegue junto al techo ó por la parte alta de los muros; el viciado ha de evacuarse por conductos especiales, cerca del techo, á menos que un sistema de calefacción suplementaria asegure el tiro indispensable, caso en el cual las aberturas de salida pueden estar cerca del suelo.

Sin pretender extremar las consecuencias que se deducen de lo expuesto, desde luego cabe afirmar, confirmado lo averado por muchos observadores, que si se establecen á diferentes alturas y á cortas distancias horizontales dos filas de orificios, la más baja dará siempre entrada al aire más denso, el exterior, si está más frío que el del local, y que si bien el escape del aire viciado se verifica á través de los orificios superiores, estos no funcionarán con tanta regularidad como los otros.

Conocidas las principales leyes, en virtud de las cuales se mueve el aire en el interior de una habitación, relacionándose por una ó varias aberturas con el atmosférico, podemos abordar la manera de organizar la ventilación natural.

En nuestros climas, donde la temperatura de la atmósfera suele ser más baja que la del organismo, el cuerpo humano calienta el aire que le envuelve y se halla siempre rodeado por una corriente ascendente, cuya velocidad nunca es inferior á 150 metros por minuto, acentuada al llegar á la altura de la cabeza, merced al aire que espiran los pulmones. La tendencia del aire impuro es, en consecuencia, la de subir á las regiones superiores de la sala.

Aprovechando el sentido natural de la columna de aire en contacto con el cuerpo, la salida debe procurarse por la parte superior, con lo cual se alejan del organismo los gases nocivos. Si el edificio consta de un solo piso, el mejor medio de acelerar la evacuación será dar al techo una forma cóncava y establecer en la clave los registros de salida, forma propuesta por Tallet y adoptada en el hospital militar de Madrid. Cuando hay dos ó más pisos habitables, no siempre será posible abrir los orificios en el centro del techo, á menos que en el eje de la crujía haya columnas metálicas ó de

mampostería, que se puedan utilizar como verdaderas chimeneas de evacuación. Fuera de estos casos que son los menos, en general, los orificios de evacuación se situarán junto á las paredes, arrancando de ellos chimeneas que terminen en una colectora, coronada por una caperuza aspiradora; aumenta así la columna de aire, es más fácil obtener el desequilibrio necesario por la desigual densidad de las capas atmosféricas á pequeña y á grande altura, y se utiliza la fuerza del viento y el calor solar.

La sección de los registros de salida depende de la velocidad del aire viciado en los conductos. Morin aconseja que su velocidad sea por segundo la de:

0,70 á 0,80 metros en los primeros orificios de llamada,  
1,00 á 1,20 metros en los primeros conductos colectores,  
1,30 á 1,40 metros en los segundos conductos colectores,  
1,80 á 2,00 metros en la chimenea general de evacuación.

El problema no queda resuelto, dividiendo el volumen que ha de evacuarse en un segundo por la velocidad, pues ante todo es necesario asegurarse de que esta velocidad tiene lugar, lo cual obliga á dar cabida en la fórmula á la fuerza (aumento de temperatura) que provoca la salida del aire viciado.

Morin sienta las fórmulas

$$V = K \sqrt{(T - T') H}$$

y

$$Q = K A \sqrt{(T - T') H},$$

siendo  $A$  el área de la chimenea de salida,  $H$  su altura,  $T$  y  $T'$  las temperaturas en el conducto y al exterior,  $V$  la velocidad de extracción del aire y  $K$  un coeficiente para cada chimenea, el cual es función de su forma, dimensiones y disposición y  $Q$  el volumen de aire que se evacua por segundo.

Colégase de estas fórmulas que la velocidad  $V$  es proporcional: 1.º, á la raíz cuadrada de la diferencia de las tempe-

raturas; 2.º, á la raíz cuadrada de la altura de la chimenea. El volumen de aire evacuado  $Q$  es proporcional á las mismas cantidades y además al área de la sección  $A$  del conducto.

Aceptando los estudios de Morin, llegamos, en resumen, á deducir que la sección de los conductos de salida ha de variar entre 0,035 metros cuadrados y 0,021 metros cuadrados por hombre, según el exceso de la temperatura interior sobre la atmosférica varíe entre 9 y 25º, lo cual se logrará estableciendo registros en algunos conductos para poderlos cerrar cuando las circunstancias los hagan innecesarios.

Chaumont propone la fórmula

$$S = \frac{D}{100 \sqrt{h(t - t')}} X 0,002$$

en la que  $S$  es la sección de la chimenea de salida, en pulgadas cuadradas;  $D$  el volumen de aire que ha de renovarse por hora en pies cúbicos;  $h$  la altura de la columna de aire caliente; 0,002 el coeficiente de dilatación del aire por 1º F; 100 una constante;  $t$  y  $t'$  las temperaturas interior y exterior.

Lecomte llama  $y$  al número de individuos que hay en la sala;  $q$  el volumen de aire que ha de renovarse por hombre y hora;  $h$  la altura de la columna entre el orificio de admisión y la boca superior y  $x$  la diferencia de temperaturas, estableciendo la fórmula

$$\frac{2 y q}{3.600 S} = \sqrt{2 g h} \sqrt{a x}$$

de donde

$$S = \frac{2 y q}{3.600 \sqrt{2 g h a x}};$$

haciendo  $y = 1$ ;  $q = 60$ ;  $h = 5$ ;  $a$ , coeficiente de dilatación del aire, 0,00367,  $x = 12$ , tenemos  $S = 0,016$ , ó sea poco más de la mitad del valor hallado en la fórmula (9).

Billings da la siguiente fórmula aproximada para deducir la velocidad de salida en el conducto, siendo  $h$  la altura de la chimenea, en pies, y  $t - t'$  la diferencia de temperaturas en grado Fahrenheit,

$$v = 8 \sqrt{\frac{(t - t') h}{491}}$$

convirtiéndose en la práctica en  $v = 3,84$  pies = 1,15 metros.

Con esta velocidad, la sección necesaria para evacuar 60 metros cúbicos por hora será

$$S = \frac{60}{3.600 \times 1,15} = 0,0145 \text{ metros cuadrados}$$

sensiblemente igual á la anterior. Notándose que mientras Morin supone que se requiere de temperatura de 20 á 25° para obtener una velocidad de 70 á 80 centímetros, la fórmula anterior da una velocidad 1,15 metros con solo 12° de diferencia; admitiendo que la velocidad se redujese á 0,70 metros la sección resultaría 0,024 metros cuadrados.

Llegamos al punto fundamental y práctico de la ventilación; volumen de aire por persona y hora que puede renovarse con la condición que la temperatura del local sea de 12° más alta que la exterior, mínimo que no es prudente rebajar durante el invierno.

Para ello tenemos la fórmula de Lecomte:

$$0,306 \text{ } q (t - u_e) = 50 - 1,75 x,$$

de donde

$$q = \frac{50 - 1,75 x}{0,306 \text{ } q (-u_e)}$$

siendo  $q$  el volumen de aire renovado por hombre y hora;  $t$  la temperatura á que ha de mantenerse el local; 50 el número de calorías desprendidas del organismo en una hora y aprovechables para la calefacción;  $u_e$  la temperatura del aire admitido y  $x$  la diferencia entre  $t$  y la temperatura

exterior. Como sin calefacción  $u_e$  es igual á la temperatura exterior, tendremos:

$$q = \frac{50 - 21}{0,306 \times 12} = 8 \text{ metros cúbicos}$$

resultando que si se quiere mantener el ambiente á un grado moderado de calor, se pueden admitir 8 metros cúbicos de aire en lugar de 60 que la higiene demanda.

No quiere esto decir que los orificios de salida se dispongan de modo que solo puedan evacuar 8 metros cúbicos de aire por hombre y hora; pues en una gran parte del año no será necesario mantener la temperatura interior á 12° más elevada que la exterior, ya que durante seis meses ó más bastará que la diferencia sea sólo de 6°, pudiéndose entonces dar entrada á 21,500 metros cúbicos en lugar de 8, lo que exige por la fórmula de Chammont, una sección de 0,011 metros cuadrados y aun durante el verano puede reducirse la diferencia á 3 ó 4°, activándose la corriente.

La disposición general de la red de evacuación, puede ser de cuatro maneras distintas:

La aspiración superior consiste en hacer desembocar todos los conductos parciales de los diferentes pisos en una chimenea colectora situada en el desván.

En el segundo método, los conductos de cada piso se prolongan horizontalmente, terminando á la altura del techo en un tubo colector central.

La aspiración desde abajo dirigiendo los conductos hacia el sótano, donde directamente ó por medio de otros tubos desemboca en el colector general.

El cuarto sistema es una combinación del primero y tercero, aplicándose la aspiración á los pisos más altos y la inferior á los bajos.

Aplicado á la ventilación natural, el primero es el que ofrece más garantía para que funcione bien, adosando los conductos junto á los paramentos interiores ó al lado de los muros de traviesa, con objeto de que no se pierda su calor por radiación.

La cámara de aire que se establece en el último piso puede organizarse de modo que asegure la aspiración del aire viejado, disponiendo que los colectores atraviesen la cámara, desembocando directamente en la chimenea central, procurando que el aire de esta cámara se mantenga á una temperatura más elevada que la atmósfera, pues de este modo llenará las veces de un foco de calor y contribuirá á sostener la persistencia del tiro.

En la generalidad de las habitaciones particulares será suficiente una chimenea ó conducto primario de evacuación en cada sala; solo en el caso de que el local midiese 500 ó más metros cúbicos, deberán disponerse dos conductos. Este caso se presenta en las habitaciones colectivas (salas de hospital, dormitorio de tropas), en los que se dispondrá un conducto y registro de salida á cada veinte hombres, procurando situarlos en el centro del área, ocupada por los individuos: á que corresponde.

Al tratar de la situación de los registros de admisión reina gran desacuerdo entre los especialistas, pero planteando la cuestión en los términos fundamentales á que deben someterse, las bocas de entrada son:

- 1.º Facilitar la llegada del aire nuevo á la boca del individuo por el camino más corto.
- 2.º Evitar la mezcla del aire respirado.
- 3.º Prevenir toda impurificación debida al polvo, aguas sucias, materias putrescibles, etc.
- 4.º Favorecer la acción del sol.
- 5.º Funcionar con constancia, sin intermitencias.

La primera y tercera condición se cumplen abriendo los orificios á la altura 1,60 ó 1,70 metros; la quinta aconseja que se sitúen á 2,20 metros ó más altos; la cuarta se consigue con más facilidad á medida que se pongan más distantes del suelo. Resta examinar la segunda.

Situando las aberturas de entrada á 2 ó 2,50 metros, no es dudoso que el aire exterior más denso descende en el acto hacia las habitaciones y entra más fresco en los pulmones que cuando se introduce por la parte inferior de las paredes; deslizándose á lo largo de los paramentos, no se rela-

ciona con la superficie del suelo, y por su propio peso contribuye á precipitar el respirado hacia el centro y la región más elevada de la sala. El aire puro admitido en la zona habitada del local, y cerca de la boca de cada persona, es evidente que apenas se mezclará con el respirado, pudiéndose gracias á esta circunstancia reducir sensiblemente las porciones de la ventilación.

La disposición de los conductos de admisión debe permitir el paso del aire á la velocidad 0,50 metros por segundo, pues otra mayor resultaría molesta ó aún nociva. Habiéndose fijado la de la columna de evacuación en 80 centímetros ó 1 metro y siendo iguales los volúmenes que han de entrar y salir, se deduce que la sección deseada se obtendrá multiplicando la de las aberturas de salida por  $8/5$  ó por 2, según los casos. Pero en estas aberturas es prudente aumentar el número de conductos, á fin de facilitar la llegada del aire puro, y como la disminución del área se traduce en aumento de rozamientos, la constante por quien se debe multiplicar será por 2.

En la marcha que debe seguirse para asegurar la ventilación natural se empezará por averiguar el número de calorías producidas por el alumbrado artificial y las personas que han de permanecer en la habitación, siendo prudente en los casos dudosos suponer que el número de ocupantes es el máximo, y se investigará el promedio de la temperatura atmosférica durante el rigor del invierno y lo más caluroso del verano, lo cual dará á conocer en cuantos grados la interior ha de superar á la de fuera.

Cubicado el local y conociendo el volumen por persona, se dividirá el número total de calorías producidas en una hora por el de ocupantes, pudiéndose entonces aplicar la fórmula (13), que dará á conocer el volumen de aire que, sin perjuicio de la temperatura interior puede renovarse por persona y hora; este cálculo se practicará por lo menos en las dos hipótesis de las temperaturas extremas (en invierno y verano), deduciéndose la máxima y mínima capacidad de ventilación.

Por las fórmulas (10) y (11) se calculará la sección de las

aberturas de escape, cuyos valores se aumentarían desde un sexto á un medio, según los obstáculos con que haya de tropezar el aire viciado, para lo cual servirá el tanteo preliminar, y de la sección y del volumen de aire que ha de renovarse por hora se deducirá la velocidad en la boca inferior.

Obtenida el área de estos orificios, la de los conductos de entrada no presenta dificultad, pues ha de ser tal que la velocidad no exceda de medio metro por segundo.

Multiplicando los resultados obtenidos por el número de personas que han de ocupar la habitación, se tendrá el área total de los orificios de salida y de llegada, lo que permitirá agrupar los primeros en una ó varias aberturas y distribuir los segundos á lo largo de las fachadas, de modo que correspondan cada uno á cuatro ó seis personas.

Como se deduce, la ventilación de un edificio exige cálculos, tanteos y serias reflexiones para adoptar una disposición particular en cada piso, y dentro de él, en cada una de sus habitaciones, sin que á pesar de todo se obtengan resultados higiénicos, enteramente satisfactorios, á no recurrir á la ventilación artificial.

En nuestra población están por completo descuidadas estas cuestiones y en todos nuestros edificios se somete al hombre á una vida artificial, obligándole á permanecer en un medio muy distinto al que la Naturaleza le concede, como si sus delicados órganos respiratorios pudieran soportar indiferentes el continuo paso de la acción que sobre ellos ejerce una atmósfera vivificante que oxigena la sangre, á la que produce un aire impuro que emponzoña lentamente el organismo. Las infinitas enfermedades de las vías respiratorias, la consunción, la tuberculosis que tantas víctimas ocasiona, son motivos más que sobrados para que procuremos siempre conseguir una mediana ventilación natural, cuando no puede obtenerse abundante por otros medios más poderosos.

HE DICHO.

## DISCURSO

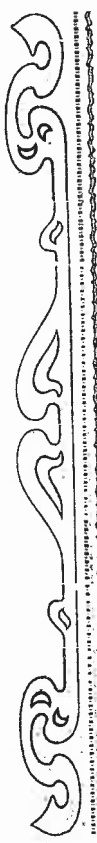
DEL

Excmo. Sr. Marqués de Ezenarro.

ACADÉMICO NUMERARIO

EN CONTESTACIÓN AL DEL ELECTO

DR. D. JUAN TORRES BABI



## Muy Ilustre Señor:

Señores Académicos:

**S**i para todos vosotros es satisfactorio el acto que hoy nos congrega, al recibir en el seno de la Corporación un nuevo Académico, permitid que yo reclame un puesto preferente en este concierto de satisfacciones, ya que debéis considerar de una parte el haberme correspondido el honor de apadrinarle presentándole ante vosotros; y de otra la íntima satisfacción que he de experimentar dada la razón del estrecho vínculo de parentesco que con el nuevo Académico me liga.

Mas presumo que no hice bien al recordaros este último punto. Quizás vais á suponer que las brillantes páginas de la carrera científica del Dr. Torres Babi que á exponeros paso, y los hechos más culminantes que voy á extractar del ejercicio de su práctica profesional, los vea yo agrandados por la lente biconvexa de nuestro mutuo afecto, ó que involuntariamente se desvíe la visual de lo justo á través del prisma del cariño.

Pero no; no soy yo quien, para torcer ni violentar hechos que en su expediente bien claramente resaltan. No se habrá borrado todavía de vuestra memoria el dictamen que acerca de sus méritos y servicios profesionales fué leído y discutido en este mismo salón. Todos recordaréis que como aspirantes en el mismo concurso, figuraban nombres de personas dignas todas ellas de



ocupar un puesto en estos escaños; y no habréis olvidado tampoco la laboriosidad y pulcritud con que fueron analizados sus méritos respectivos, lo cual viene hoy á simplificar mi trabajo de presentación, poniendo de relieve los méritos del Dr. Torres Babi sancionados finalmente por vuestros unánimes votos.

De su carrera científica poco he de decirlos. Quien corona los éxitos de su trabajo escolar con las notas de sobresaliente en los ejercicios de licenciatura y doctorado, es porque tiene su hoja de estudios matizada de iguales calificaciones en todos los cursos académicos.

Dedicando con preferencia sus asiduidades á trabajos de higiene, desempeñó el cargo de Inspector Municipal de Higiene y Salubridad, prestando en él servicios tales como la redacción del reglamento de higiene de la prostitución, montando para este objeto el Hospital de Coléricos de San José y los Lazaretos de Observación. Por tales trabajos fué propuesto para la Cruz de Beneficencia.

Más tarde fué delegado en Berlín para el estudio del tratamiento antituberculoso del Dr. Koch, y á su regreso montó en el Hospital de San Pablo un dispensario para tratamiento de tuberculosos.

Vocal de las Juntas Provincial y Municipal de Sanidad, desempeñó con brillantez delegaciones en varios pueblos, mereciendo que el Ayuntamiento de esta capital premiase tantos servicios con medalla de oro.

Montó un servicio en gabinete particular para la vacunación directa de la res, y viene desempeñando el cargo de Director del Centro Provincial de Vacunación hace ya veinte años.

Tan perseverantes estudios de higiene habian de tener su coronación en el palenque de la pública oposición. Concurrió, pues, á las de Inspectores Provinciales de Higiene, consiguiendo uno de los primeros números entre noventa y dos opositores, y declarándose excedente después de obtener plaza para atender á la numerosa clientela que en él deposita su confianza.

Y si tan relevantes hechos de su historia profesional no fueran ya bastante á darle un sitial en esta corporación, meca de nuestras aspiraciones y último lauro de nuestra carrera, lo sería el discurso que acabáis de escuchar. Breve, pues, he de ser en mi disertación para no borraros el buen efecto que su completo trabajo ha debido producir, y porque seguramente mi contestación no podrá ser todo lo que merece la representación de esta Casa, ni alcanzar altos vuelos. Por razones no de falsa modestia, sino que á todos se os alcanzan, es ésta una verdad que me obliga á confiar en la benevolencia que me trajo aquí, ya que disculpa mis defectos el mandato imperativo que estoy cumpliendo.

Salvada la parte fácil y agradable de esta solemnidad empiezan las dificultades. La elección de tema del discurso del Dr. Torres Babi

está fuera de mis afecciones y es ajeno á mis trabajos habituales, si bien he de agradecer esta elección, porque hace que despierten en mí gérmenes dormidos y vuelva á antiguas actividades, tratándose de un problema tan importante de higiene como es la *ventilación de los edificios*, que fué para mí objeto preferente de estudios durante los años en que estuve encargado de la dirección del Hospicio de Nuestra Señora de la Misericordia y de la Casa Beneficencia.

Para demostrar la importancia que tiene la ventilación de los edificios, bastará con examinar cuál es la composición del aire atmosférico, cómo obra sobre nuestra economía, cuáles son las cualidades que debe poseer y si la presencia del hombre es susceptible de alterar en poco ó en mucho las referidas propiedades.

El aire atmosférico es para el hombre un medio indispensable de vida. Donde no hay aire la vida es imposible, lo mismo en el espacio vacío que en otro lleno de gases distintos de los que por su mezcla constituyen el aire atmosférico. Si el conocimiento exacto de las propiedades físicas de la atmósfera ha contribuido poderosamente al avance de las ciencias de la naturaleza, no menos influencia ha ejercido el conocimiento del número y calidad de los elementos que la integran, conquista que debemos principalmente á Lavoisier y de la que arranca, como es bien sabido, el desarrollo colosal de la ciencia química. La atmósfera, receptáculo inmenso de cuantas emanaciones se exhalan en la superficie del globo, mezclándose en ella multitud de gases y vapores, partículas sólidas finamente divididas, y microorganismos, que alteran y vician las propiedades vitales y cuyo estudio interesa vivamente al médico.

El aire atmosférico es una mezcla de ézoe y oxígeno, conteniendo cortas proporciones de otras substancias gaseosas, líquidas y sólidas. Dumas y Bousisingault obtuvieron por el método de las pesadas que el aire atmosférico se compone de 23 partes de oxígeno en peso y 77 de aire atmosférico, ó 20,80 del primero en volumen y 79,20 del segundo, citando, ó 20,80 del primero en volumen y 79,20 del segundo, cifras admitidas generalmente. Además de estos gases el aire contiene una porción de ácido carbónico — unas 0'0003 en volumen — vapor de agua, amoníaco, ácido nítrico y ozono; el óxido de carbono, hidrógeno sulfurado, cloro yodo, ácido sulfuroso y sulfúrico y carburos de hidrógeno, pueden encontrarse accidentalmente en la atmósfera, sobre todo cerca de las grandes poblaciones.

El nitrógeno no parece desempeñar un papel directo y activo en el organismo; su acción se reduce á diluir el oxígeno y permitirnos soportar la enorme presión atmosférica (17,750 kilogramos), mientras que el oxígeno es un elemento esencial para la nutrición, el desarrollo y las funciones todas de la vida, mediante el proceso que se verifica al introducirlo en los pulmones.

La respiración, función importantísima de la vida, tiene por objeto

dar á la sangre venosa que llega al aparato respiratorio desde todos los puntos del cuerpo, el oxígeno necesario para la vida, y en este concepto, comparable con la combustión. Este cambio no se verifica única y exclusivamente en el aparato pulmonar, aunque tenga en él su principal asiento. Las superficies cutánea y mucosa, es decir, todas las que más ó menos, regadas por capilares se hallan al contacto del aire atmosférico, contribuyen á realizarlo. La respiración es un doble cambio gaseoso, que se verifica entre la sangre y el aire atmosférico (respiración externa) y entre la sangre y los tejidos (respiración interna). Por efecto de este cambio, el organismo recibe oxígeno y exhala gas carbónico y vapor de agua. A través de las paredes de las vesículas pulmonares, el aire se difunde y disuelve en el plasma, el oxígeno es absorbido inmediatamente por las hematies, para constituir oxihemoglobina que es reducida más tarde, al atravesar la red de vasos capilares, cediendo su oxígeno á los tejidos y recibiendo de ellos el anhídrido carbónico y el vapor de agua. Estas dos sustancias disueltas en la sangre, son exhaladas en el aparato respiratorio, al mismo tiempo que es absorbido en él el oxígeno. A esto se debe el cambio de composición entre el aire inspirado y el espirado. Siguese de aquí que los cambios experimentados en el aire por efecto de la respiración, son: aumento de su temperatura, de su volumen, de su grado de ácido carbónico, de vapor de agua y de impurezas volátiles orgánicas y disminución de oxígeno, permaneciendo invariable el nitrógeno.

La cantidad media de aire que circula en el pulmón en cada movimiento respiratorio es aproximadamente de medio litro. El hombre adulto absorbe por la respiración de 20 á 25 litros de oxígeno por hora, ó lo que es lo mismo, 500 litros por día, y exhala un volumen poco menor de gas carbónico.

Admitiendo las cifras halladas por Gavarret, la cantidad de ácido carbónico producida por hora en los pulmones, es la siguiente:

Á los 8 años de edad. . . . .	9'24 litros.
Á los 15. . . . .	16'11 "
De 16 á 20. . . . .	21'11 "
De 20 á 24. . . . .	22'57 "
De 40 á 60. . . . .	18'68 "
De 60 á 80. . . . .	17'02 "

pudiendo admitirse como promedio el volumen de 21 litros ó 500 litros diarios, algo mayor que los 460 que corresponden á una persona de cuarenta y cinco años.

El vapor de agua que el aire respirado arrastra de los pulmones varía con la temperatura y el estado higrométrico. La proporción de

materias nitrogenadas es, con cortas diferencias, la centésima parte del oxígeno absorbido.

Respecto al grado de toxicidad de las sustancias orgánicas expelidas por los pulmones, no es posible sentar nada definitivo. Las experiencias de Mantegazza parecen que la nocividad del aire respirado proviene, más que del ácido carbónico, de los residuos orgánicos; conformes con este parecer, Brown-Séquard y d'Arsonval, dicen que este aire contiene un veneno volátil, perteneciente á los alcaloides orgánicos, el cual se encuentra en el agua condensada producida por la respiración; algunos centímetros cúbicos inyectados á un conejo le causan la muerte en breve tiempo. Otros autores llegan al mismo resultado, observando que si se encierran animales en una atmósfera confinada, de la que se absorba el ácido carbónico, y á la cual se resituya el oxígeno consumido, no tardan en perecer. Á igual consecuencia se inclinan Moss, Carnelley y Mackie; pero en cambio Hermann, Dastre y Loye, Sehmann y Jessen, niegan en absoluto que las materias orgánicas contenidas en el vapor de agua exhalado por los pulmones tengan propiedades tóxicas. La cuestión es muy delicada, y aunque todo induce á creer que el efecto de tales sustancias es realmente nocivo, solo se puede afirmar de un modo categórico que las materias que contiene el aire espirado poseen un olor característico; que si sus proporciones aumentan se nota una marcada sensación de ahogo y molestias, y que cuando pasan los límites normales originan graves enfermedades.

Además de la respiración pulmonar tiene lugar la cutánea, la cual, si bien no tiene importancia, en lo relativo al ácido carbónico, pues apenas produce 0'025 del desprendido por los pulmones, la ejerce muy grande en lo que se refiere á las materias orgánicas contenidas por su contacto con la piel y á la cantidad de vapor de agua, que en circunstancias ordinarias viene á ser de unos 700 gramos al día.

Basta la presencia de este vapor de agua y el aumento de temperatura provocado por las dos respiraciones para causar alteraciones en la salud, en especial si se trata de aglomeraciones humanas. En un ambiente seco, el cuerpo humano es susceptible de soportar elevadas temperaturas sin quebranto, porque el calor consumido en la evaporación del agua de los tejidos y la piel impide que aumente demasiado la temperatura interior del organismo; mas si á una temperatura muy alta se agrega un estado higrométrico pronunciado, el vapor de agua existente en la atmósfera es un obstáculo para que se lleve á cabo la evaporación con facilidad, y por consiguiente se eleva la temperatura interior y se desarreglan las funciones fisiológicas.

Varios ejemplos memorables dan clara idea del gran peligro que es una atmósfera confinada, viciada por la respiración, á consecuencia del aumento incesante en los grados de calor y humedad. El «black

hole» de Calcutra es uno de los más notables: después de la conquista del Fuerte Guillermo, en 1756, por el rajah de Bengala, 146 infelices prisioneros ingleses fueron encerrados en un cuerpo de guardia que solo tenía dos pequeñas ventanas provistas de fuertes rejas de hierro. Hacinados en una superficie de 20 pies de lado, fueron aquejados de una sed tan espantosa que pedían á gritos á los centinelas que los matasen, poniendo fin á sus sufrimientos; á las seis de la mañana, al cabo de ocho horas de encierro, se dió la orden para sacarlos de aquel lugar: de los 146 solo 23 vivían aún, costando más de veinte minutos el separar los cadáveres de los asfixiados de modo que los sobrevivientes pudieran llegar á la puerta uno á uno; la mayoría de ellos se vieron acometidos por una violenta fiebre, análoga á la tifoidea. Perey cuenta que, encerrados 300 prisioneros rusos en una caverna, después de la batalla de Ansterlitz, sucumbieron 260 en pocas horas, por efecto de la asfixia. Un hecho análogo en el vapor Londonderry, donde 150 pasajeros quedaron aislados en una camarera, pereciendo 70 de ellos al cabo de algunas horas.

El desaseo del cuerpo es también un agente poderoso de impurificación del ambiente, saturándolo de olores nauseabundos, gases infecciosos y materias orgánicas.

En la atmósfera de las habitaciones se encuentran un gran número de partículas sólidas, producidas por el desgaste de los pavimentos, ropas, muebles, etc., y del polvo procedente del exterior. Al aire libre, la acción de estas moléculas sobre el organismo es despreciable, porque se oxidan con rapidez y están diluidas en una atmósfera renovada constantemente, no acumulándose en proporciones sensibles. En las habitaciones, el techo, el pavimento y las paredes, son sitios donde se depositan las materias polvorientas, que determinan el proceso de otras distintas. Muy a menudo se posan sobre los granos de polvo seres microscópicos, con todos los caracteres biológicos, debidos á las secreciones humanas y á las respiraciones cutáneas y pulmonar ó arrastrados por los vestidos y el calzado.

Desempeñan su beneficio los que se nutren de los residuos y organismos muertos, precipitando la descomposición que da origen á los cuerpos simples. Otros, en cambio, se nutren y desenvuelven á expensas de los cuerpos vivos, siendo verdaderos parásitos. Entre ellos ha de incluirse el de la tisis; la expectoración, cargada siempre de bacterias activas, se deposita en el pavimento, en las ropas ó en cualquier objeto de uso, y por el roce los agentes se transportan á otro organismo, en el cual pueden determinar la aparición de aquella dolencia. Lo mismo puede acontecer con muchas enfermedades. Donde la limpieza y el aseo son escrupulosos, y la ventilación está asegurada, los peligros disminuyen en gran parte y puede admitirse que el aire está desprovisto de bacterias.

Contaminan el aire de las habitaciones, el procedente del subsuelo, lo mismo que la vecindad de ciertos establecimientos industriales, citando Parkes, como los más insalubres, el ácido clorhídrico desprendido de las fábricas de álcalis; el ácido sulfúrico, de las caldererías; el hidrógeno sulfurado, de los cementos y ladrillos y de las fundiciones metalúrgicas; vapores orgánicos, de los mataderos, industrias que calcinan huesos y fábricas de cola; humos de cinc, de las fábricas de arsénico, de las fundiciones de cobre; de fósforo, de las fábricas de cerillas, y varios compuestos de carbono, de las de caucho y goma elástica; substancias casi todas no sólo perjudiciales, sino irritables y que producen unas veces irritaciones en el aparato respiratorio y otras efectos venenosos. Si á esto se agrega que el aire que sale de estas fábricas contiene en suspensión una masa considerable de partículas sólidas muy divididas, que se inhalan luego en el pulmón, se comprenderá cuánto crecen los peligros en las ciudades industriales.

De cuanto acabamos de exponer se infiere que el aire atmosférico de los lugares habitados se modifica en su composición y encierra peligros para la salud, que debemos combatir adoptando las disposiciones más adecuadas para alejarlos.

He terminado, señores Académicos, mi trabajo.

Ignoro si he llenado bien la misión que me confiasteis. Si así fuese, os habréis convencido de que las dificultades que ante un acto de esta naturaleza se ofrecen, las allana las condiciones del recipiendario y un trabajo tan completo como en su discurso os ha presentado, lleno de oportunidad y repleto de ciencia.

HE DICHO.