

## En torno del trágico accidente del Hospital Arriarán

### AIRE ACONDICIONADO EN SALAS DE OPERACIONES DE HOSPITALES

por el PROF. ARQTO. GUILLERMO ULRIKSEN  
Cátedra de Instalaciones de la Escuela de Arquitectura

Las trágicas consecuencias de la explosión ocurrida hace días en el quirófano del Hospital de Niños "Manuel Arriarán" pone de relieve la urgencia que asume la rigurosidad con que deben cuidarse las instalaciones para el normal funcionamiento de las salas de operación en los hospitales de nuestro país. Una vez más, la incuria, bastante generalizada, que domina en estos casos, ha tenido un desenlace doloroso.

Hace cinco años, en 1959, el prof. Guillermo Ulriksen, de nuestra escuela de Arquitectura, preparó un pequeño symposium de estudiantes de arquitectura y de medicina, sobre el problema "Aire Acondicionado en salas de operaciones de hospitales". Por trágica coincidencia, el Dr. Patricio Hevia, que entonces era alumno del sexto año de nuestra escuela de Medicina, esposo de la Dra. Ana María Juricic, que perdió la vida en el accidente, asistía a dicho symposium. La Dra. Juricic de Hevia, los Drs. Jaime Palomino, Enrique Zabalaga y Mario Torres, así como los dos niños que estaban siendo operados, han caído, pues, víctimas de una fatal acechanza que tal vez pudo ser prevista, puesto que por lo menos hace cinco años la prevención había sido oportunamente dada. Convendría investigar hasta qué punto es efectivo lo que nos expresó un profesional conocedor de esta situación, en el sentido de que estos accidentes puedan ocurrir "no debido a desidia, sino que a pobreza de medios en los hospitales". A continuación, el contenido de la conferencia del prof. Ulriksen, dictada a aquellos alumnos en el año 1959, y que por desgracia adquiere hoy dramática actualidad.

La aplicación principal de aire acondicionado en los hospitales es la que corresponde a las salas de operaciones. Un acondicionamiento completo del aire en el pabellón operatorio tiene gran importancia porque la humidificación contribuye a reducir el peligro de los gases anestésicos; la refrigeración de verano con algo de deshumidificación se precisa para eliminar la fatiga excesiva y para proteger al paciente y al personal quirúrgico; y finalmente, el filtrado contribuye a la eliminación de los alérgenos (polen, etc.) que pueden existir en la sala de operaciones.

#### Debe reducirse el peligro de explosiones

El peligro de explosiones dentro de las salas de operaciones se inicia con el uso de los modernos gases y aparatos de anestesia. El

éter, administrado por el antiguo método de gotas, origina una mezcla que es explosiva; sin embargo, en la práctica, ese método es considerado como bastante seguro.

Cuando se mezcla éter con oxígeno puro o con óxido nítrico ( $N_2 O_3$ ) en ciertas concentraciones, el peligro de explosión puede ser tan grande como con oxígeno, etileno o con mezclas de ciclopropano, oxígeno. De estos gases anestésicos, el óxido nítrico en sí mismo no es explosivo, pero ayuda a la combustión. El éter, el éter vinílico, el etileno y el ciclopropano son potencialmente tan peligrosos como lo son en el hogar los gases de bencina o de alumbrado. El cloroformo no explota violentamente en contacto con llamas, pero se descompone y deja libre el fosgeno.

Todos los gases y vapores anestésicos, excepto el etileno, son más pesados que el aire. Aunque la incidencia de lesiones o muertes debidas a explosiones es negligible comparada con otros peligros en las salas de operaciones, los contornos dramáticos de una explosión justifican la preocupación constante que se tiene para investigar la eliminación de los peligros.

Durante la anestesia con etileno, la mezcla, usualmente 80% etileno y 20% oxígeno, es tal que el peligro de explosión es poco en la inmediata vecindad de la mascarilla, pero el paso de etileno al aire puede producir concentraciones más bajas, que ofrecen gran peligro. El momento más peligroso es al fin de las operaciones cuando se hace el "lavado" de los pulmones del paciente y de los aparatos de anestesia por medio de oxígeno, con o sin adición de anhídrido carbónico ( $CO_2$ ). Aún cuando se omite este proceso, resulta difícil evitar en la práctica la dilución del gas anestésico en el aire durante la respiración, al ser administrado. En cualquier caso la mezcla pasará por el punto en que es explosiva y debe tenerse extraordinario cuidado con la seguridad del paciente y del equipo quirúrgico.

En un estudio de B. A. Green en la revista

"Anesthesiology" (2.144, año 1941) sobre 230 explosiones e incendios provocados por anestésicos, constata que 70% de las explosiones y 60% de las muertes fueron causadas por factores de ignición que no consistieron en chispas de electricidad estática.

En el año 1941 la "National Five Protection Association" de los EE. UU. hizo ciertas recomendaciones para la seguridad operatoria, a saber:

Las ventanas deben mantenerse cerradas a fin de que el sistema de aire acondicionado pueda evitar el estancamiento de los gases anestésicos explosivos. Se recomiendan 12 cambios de aire por hora y una humedad relativa de 55%. Si se estimara por los médicos que una humedad más elevada es compatible con el bienestar del paciente y del personal quirúrgico, será preferible.

Todas las instalaciones eléctricas deben cumplir con las recomendaciones especiales consideradas en el "National Electrical Code" de los EE. UU. (que es más exigente que el Reglamento Eléctrico Chileno).

El equipo de termo-cauterio debe usarse en salas separadas, o bien, después de que se ha retirado el equipo anestésico y de que haya seguridad de un adecuado período de remoción del aire.

Para evitar chispas estáticas, todo cuerpo o mueble dentro de la sala de operaciones debe ser conductor y debe estar conectado a tierra.

Es importantísimo que el pavimento sea conductor, y que esté conectado a tierra, como cualquier objeto en la sala de operaciones. Debe usarse caucho conductor en los zapatos y pantalones quirúrgicos y en las sábanas de la mesa de operaciones. Todas las partes de caucho, ebonita o plástico del equipo anestésico, deben ser conductoras.

Todo mueble apoyado sobre el suelo debe ser metálico.

Si no hay seguridad de un adecuado contacto a tierra, deben conectarse eléctricamente el paciente, la mesa de operaciones, el anestésico y el equipo de gases a un potencial equivalente.

Hasta aquí la "Association" citada.

La experiencia demuestra que ni la elevada humedad ni la interconexión eléctrica han eliminado el peligro de descargas eléctricas estáticas. La remoción de concentraciones de

gas del área de la mesa de operaciones por medio de sistemas de extracción aún no ha sido suficientemente estudiada. Pueden ocurrir explosiones muy serias dentro de un sistema cerrado; pero se espera que precauciones adecuadas reducirán ese peligro al mínimo. Debe tenerse presente que aun si una sala y sus ocupantes han sido cuidadosamente unidos a tierra, existe la posibilidad que el paciente o el cirujano reciban una conmoción peligrosa si se desarrolla un cortocircuito en alguna parte del equipo operatorio eléctrico (bisturí eléctrico, desfibrador, etc.).

Un estudio amplio del problema de las explosiones, de sus causas generales y de la prevención de los riesgos en salas de operación, efectuado por la Universidad de Pittsburg, el Laboratorio de Investigación de la Sociedad Norteamericana de Ingenieros de Calefacción y Ventilación (A. S. H. V. E.) y la Oficina de Minería de los EE. UU., ha conducido a un ensayo exitoso para eliminar el peligro de las explosiones del ciclopropano, uno de los mejores gases anestésicos, pero de más difícil manejo. Con el uso de helio como diluyente en la mixtura gaseosa total se logra el control de la concentración de oxígeno por desplazamiento y, gracias a la propiedad de no permitir el desarrollo de llamas, el helio resulta ser el gas ideal para estos fines. Además, una mixtura gaseosa que contenga helio, es más difícil de encender por descargas eléctricas y así esa cualidad incrementa el factor seguridad en la administración de anestésicos.

#### Requisitos de aire acondicionado para salas de operaciones

Poco se sabe en relación a condiciones óptimas destinadas a mantener la temperatura normal del paciente durante la anestesia y en el período post-operatorio inmediato. Un paciente anestesiado presenta la relajación de los vasos sanguíneos de la piel, transpira por tal razón profusamente y padece (de acuerdo a una hipótesis) de incapacidad para regular la temperatura. De ahí se concluye (y se constata) que el paciente anestesiado sufre considerable pérdida de calor, aunque ese fenómeno no se acusa sino con una diferencia de medio grado de temperatura rectal durante el desarrollo de la operación.

El efecto fisiológico alarmante que produ-

ce una temperatura demasiado elevada de la sala de operaciones, tanto en el paciente como en el equipo de médicos y asistentes, que consiste en transpiración excesiva y pulso rápido (como ocurre en el verano de las regiones subtropicales y aún en regiones templadas) hace necesario pensar en una refrigeración adecuada del aire. Se han comparado informes de cirujanos que han operado en salas no acondicionadas con aquellas correspondientes a salas que contaban con aire acondicionado y se ha comprobado que el poder recuperativo del paciente es mayor cuando la intervención quirúrgica se había realizado en un medio que contaba con aire acondicionado.

Aunque las condiciones de confort buenas para el cirujano no son las mismas del paciente, en general los médicos aceptan trabajar con 55% a 60% de humedad relativa y con temperaturas entre 22,6 y 26,6 grados Celsius.

El estudio antes citado establece que las "temperaturas efectivas" de 20 a 21,5 grados Celsius no sólo dan confort a los operantes sino también sirven de paliativo a la fatiga del paciente, lo que se evidencia en una reacción más rápida en el departamento de recuperación de operados. Quiere decir entonces que se podría pensar en dar al paciente el calor adicional (la diferencia entre 22,6 y 20,9, por ejemplo) por dispositivos locales, mejor calidad térmica de las coberturas de acuerdo a la temperatura del paciente en cada caso.

En el terreno de controlar infecciones por microorganismos suspendidos en el aire, medidas para prevenir la dispersión de materias infectadas, evitar el polvo y lograr simultáneamente una buena ventilación, sobresalen las tentativas o ensayos que se hacen para remover o destruir los organismos patógenos (por ejemplo: bañando la parte superior de la sala, allí donde llega el aire acondicionado, con luz ultravioleta). El recuento de bacterias del aire da cifras más bajas en salas con aire acondicionado.

El recuento de microorganismos suspendidos en el aire dentro de submarinos (que cuentan con aire acondicionado) ha dado cifras excepcionalmente bajas, que no acusan elevación dañina en función del tiempo, después de 12 horas de recirculación del mismo sin renovación alguna (A. R. Benhke y O. Schneider, 1940). Se continúa estudiando el método de

remoción de microorganismos por refrigeración del aire y subsecuente condensación de su contenido de agua. (C. P. Yaglou y Ursula Wilson, de la Asociación Norteamericana para el Progreso de la Ciencia, publicación Nº 17, pág. 129, sin fecha).

El grado de contaminación del aire puede ser reducido por la ventilación, siempre que el aire en su movimiento a ras de los pisos o pavimentos no tenga velocidad superior a 25 cm. por segundo y siempre que en los niveles superiores se mantenga una limpieza rigurosa en el sentido de no permitir acumulación de polvo, ya que las velocidades ambientales son mayores en la cercanía de los dispositivos de entrega. Se continúa estudiando dispositivos que permitan el paso del aire destinado al enfermo, previamente filtrado por dispositivos mecánicos de limpieza, que protejan al paciente contra infecciones de que sean portadores el personal hospitalario, el aire de los pasillos y demás secciones no destinadas a enfermos, (J. A. Reyniers, "Aerobiology", Asociación antes citada, "Symposium", 17: 254, 1942).

A menudo se postergan las intervenciones quirúrgicas en pacientes alérgicos por temor de complicaciones. La eliminación de los agentes alérgenos del aire por medio de aire acondicionado es, por lo tanto, una función importante del mismo en la sección preoperatoria (criterio aún no suficientemente desarrollado).

Tanto sistemas centrales como unidades de aire acondicionado capaces de producir 8 a 12 cambios por hora son aceptados por el cuerpo médico hoy en día. Las opiniones se dividen cuando se toca el punto "recircular" o "renovar totalmente". Anestesiólogos eminentes opinan que debe adoptarse la solución de 50% de aire exterior más 50% de aire recirculado, siempre que se trate de sistemas de aire acondicionado. (En ventilaciones simples la renovación debe ser total en el departamento quirúrgico). Además se requiere un sistema separado de extractores de aire para expulsar los gases y olores. Las ventanas dobles se recomiendan y a veces son necesarias para evitar la condensación y la formación de cristales (región magallánica, asentamientos mineros andinos) y además para evitar las corrientes de aire producidas por convección (envidriado doble existe en el hospital

de Fresia).  
Con el cambio de 8 a 12 veces por hora debe lograrse:

- 1 Reducir la concentración de anestésicos bajo el nivel farmacológico a fin de proteger al personal;
- 2 Remover el calor y la humedad que proviene: a) del equipo de esterilización (a veces); b) de las lámparas quirúrgicas; c) de los operantes, y d) de rayos solares (eventualmente).

Además, debe existir la capacidad del sistema para acondicionar las salas en menos tiempo, en casos de emergencia.

Tiene grandes ventajas la debida aislación

térmica del equipo de esterilización, y la extracción integral del aire húmedo y caliente de las salas de esterilización anexas a la sala de operaciones.

La sección de post-operados, debidamente acondicionada contribuye a la estabilización de la circulación periférica del paciente y reduce las pérdidas por excesivo flujo de líquidos en los climas o estaciones de elevada temperatura o humedad.

NOTA: Una de las mejores publicaciones relacionadas con la presente recopilación, es el N° 17, de abril de 1947, de "L'Architecture d'aujourd'hui" págs. 27,48. El mejor pabellón quirúrgico que los estudiantes han visitado es el del Instituto de Neurocirugía en Santiago.

## LA MATEMATICA ACTUAL ¿ESTA MAS PROXIMA A SER UN ARTE QUE UNA CIENCIA? MATEMATICOS TECNICOS Y ESTRATEGAS

por JEAN DIEUDONNÉ

Sólo serán tratadas en las líneas que van a seguir las matemáticas puras; no podré tratar aquí de las "matemáticas aplicadas" en Francia por falta de conocimientos adecuados y aunque existan ciertamente destacados especialistas de esta disciplina, no tanto quizá como sería de desear, pues a lo que parece, esta profesión carece de atractivos para el temperamento francés. Por idéntica razón, nada podré decir tampoco sobre la teoría de las probabilidades, a pesar de que en la actualidad esta teoría tiende cada vez a convertirse en una rama de las matemáticas "puras" (y en la cual Francia puede enorgullecerse de poseer, por lo menos, un creador de primer orden en la persona de P. Lévy), ni de lógica matemática (a cuyos encantos, igualmente, los franceses se muestran también poco sensibles).

### Naturaleza de las matemáticas y las diversas escuelas

En la concepción clásica de las matemáticas (aceptada todavía por el gran público), los "objetos" que ocupan la atención del matemático se derivan de la experiencia sensible a través de un proceso platónico de "idealización": supónese que números, figuras, ecuaciones, tienen una estrecha relación con el mundo "real", y los axiomas que los rigen se aceptan como "verdades evidentes", forzosamente dimanadas de lo que nuestros sentidos nos revelan de los objetos que "reflejan" esas nociones abstractas. Resultaría demasiado largo explicar aquí detalladamente la causa de que esta concepción haya sido completamente abandonada en la actualidad; limitémonos a indicar las principales razones que condujeron, hacia mediados del siglo XIX, a un cambio tan radical:

1° El descubrimiento de las **geometrías no-euclidianas**: una vez establecido el hecho de que era imposible, por una parte, demostrar lo absurdo de tal geometría,