

La Ciencia lo hara posible

EL HOMBRE-PEZ



STENUIT

En los números 125 y 126 de TRIUNFO, de octubre 1964, aparecía por primera vez la firma de Robert Sténuit, un hombre joven —treinta y dos años en la actualidad— apasionado por la exploración submarina y que en aquel trabajo daba cuenta de su experiencia en el fondo del mar. En compañía de un hijo del aviador Lindbergh había habitado, durante dos días y dos noches, en una tienda de goma instalada a ciento treinta metros de profundidad. Se trataba del primer paso hacia la "colonización" del fondo del mar, hacia la conquista del un mundo hasta hoy prácticamente desconocido. Sténuit cree que la próxima etapa, que permitirá la liberación del hombre en las profundidades, debe estar marcada por la supresión de la burbuja respiratoria, y para ello se tiende a hacer respirable el oxígeno contenido en el agua del mar. En este artículo se ocupa del problema, sobre el que interroga al profesor Johannes Kylstra, primer hombre que ha logrado hacer vivir a los mamíferos a la manera de los peces.

¿SERA EL AGUA RESPIRABLE PARA EL HOMBRE?

RECIENTEMENTE, en la Universidad de Buffalo (U.S.A.), los perros bastardos «Squalus», «Shamrock» y «Girl» recibían de manos del doctor Reynolds, director del programa de biología de la NASA, el gran collar de plata 1964 para «Perros Héroes de la Investigación». En la pasarela del «Cerberus», barco de salvamento de los submarinistas de la Marina holandesa, la mascota de a bordo, un perro también bastardo, blanco y negro, se callen-

SIGUE





Terry me va

Ud. si que sabe



Centenario Terry el coñac que le va a ud.

EL HOMBRE-PEZ

ta las patas al sol. ¿Por qué tantos honores para estos perros sin «pedigree»? Porque el perrillo holandés, un mamífero terrestre de sangre caliente, como todo el mundo, ha respirado agua durante veintitrés minutos. Durante este tiempo, enteramente sumergido, ha extraído su oxígeno del agua a través de sus pulmones, como un pez lo hace a través de sus branquias.

«Squalus», «Girl» y «Shamrock» han hecho lo mismo durante tres cuartos de hora, y en la actualidad se encuentran perfectamente, lo mismo que sus crías. El doctor Johannes A. Kylstra, de la Universidad de Leyden, es quien ha dirigido estas experiencias, primero con sus ayudantes, los doctores M. O. Tissing y A. van der Mañ, y luego con el profesor E. H. Lanphier, de la Universidad de Buffalo. Plena que no es imposible que a los hombres les llegue la vez de hacer lo mismo. Ese día, el hombre bajo el mar ya no será ni un escafandrista ni un oceanonauta, sino un verdadero hombre-pez, con libertad para descender a gran profundidad y permanecer allí tanto tiempo como desee y volver a la superficie cuando le plazca, rápida e impunemente.

ratones que respiran agua a 1.600 metros de profundidad

Hay que comenzar por dejar algo bien sentado: es más fácil ahogarse en agua dulce que en el mar. Cuando alguien se ahoga en un río, el agua que penetra en los pulmones del ahogado, después de una breve interrupción refleja de la respiración, se difunde rápidamente a través de los tabiques de los alvéolos y diluye brutalmente la sangre de los capilares pul-

monares, destruyendo los glóbulos rojos. El corazón se enloquece, la tensión cae y se produce la muerte. Por el contrario, el agua de mar inspirada no pasa a la circulación pulmonar, y la tensión arterial del ahogado se mantiene más tiempo que cuando se trata de agua dulce. Con los pulmones llenos de ésta, un perro adulto muere al cabo de seis minutos; con los pulmones llenos de agua salada resiste ocho minutos, y la muerte se produce por falta de oxígeno. Si es rescatado a tiempo, un ahogado con los pulmones llenos de agua salada puede, con frecuencia, ser reanimado, mientras que un ahogado con los pulmo-

nes invadidos por agua dulce no se salva nunca.

«Puesto que el agua salada parece inofensiva para los pulmones —se planteaba el doctor Kylstra en 1961— y puesto que el aire no es otra cosa que oxígeno diluido en cuatro partes de nitrógeno, en sí mismo inútil, ¿por qué no intentar respirar el oxígeno diluido en el agua salada?».

Naturalmente, era preciso empezar por superoxigenarla. El agua de mar, cerca de la superficie, no contiene sino 6,6 milímetros de oxígeno por litro, es decir, un 0,66 por 100. Lo que es perfecto para un pez, para un mamífero superior resulta claramente insuficiente. El hombre necesita por lo menos un 16 por 100 de oxígeno para vivir, aunque su metabolismo no asimile, en realidad, en cada ciclo respiratorio, más que un 4 por 100 sobre el total de 21 por 100 del aire atmosférico inspirado.

Para superoxigenar el agua, lo más sencillo es presurizarla en una atmósfera de oxígeno, puesto que, según la ley de Henry, «la cantidad de gas disuelto en un líquido saturado es directamente proporcional a la presión parcial de este gas en la superficie del líquido».

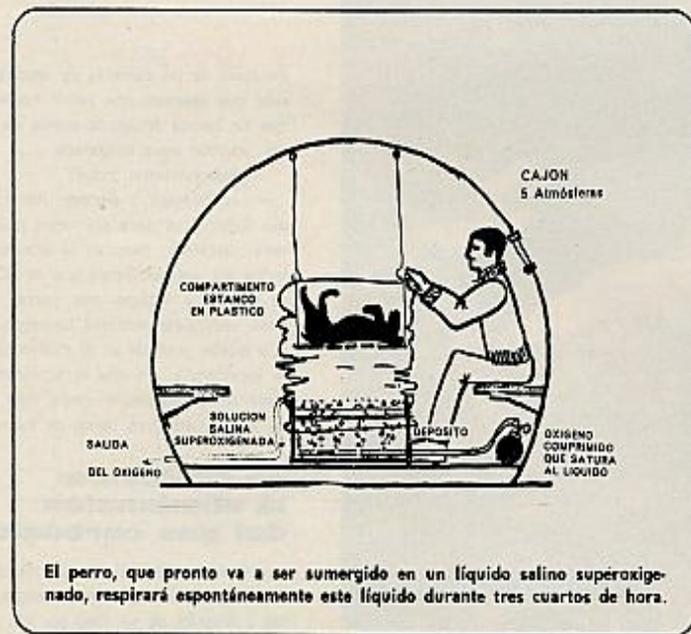
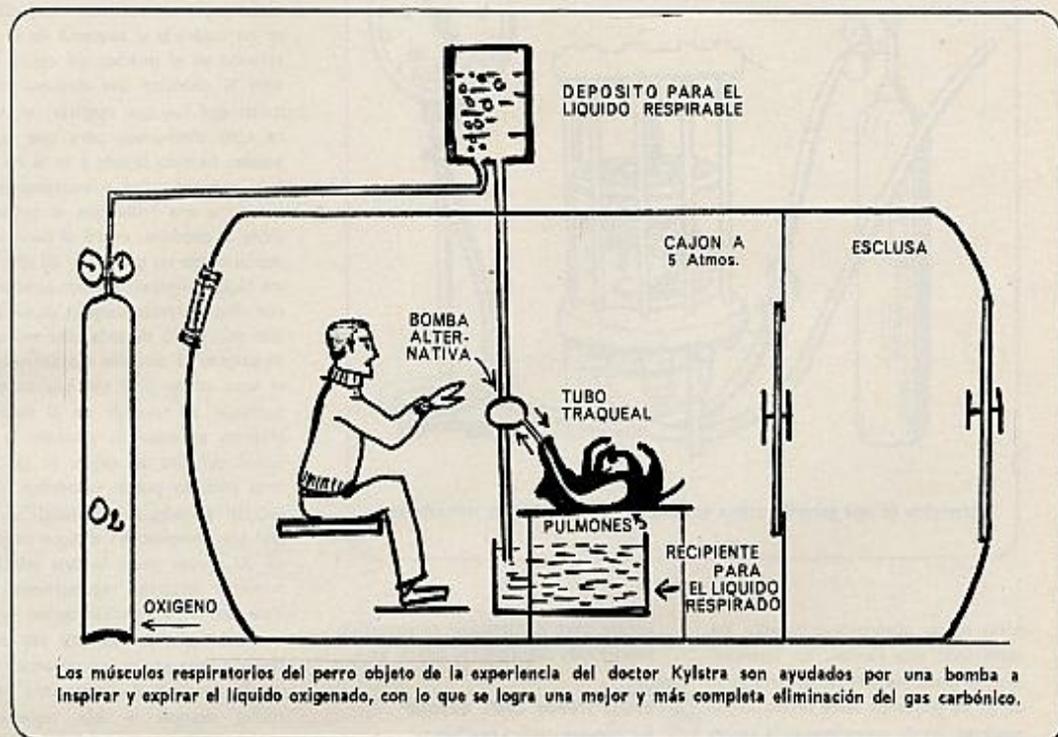
Kylstra sumergió, pues, unos ratones blancos adultos —machos y hembras— en un pequeño cajón experimental, un cilindro vertical con tabiques transparentes. Llenó la mitad del cajón de agua salada, y la otra mitad de oxígeno puro comprimido a ocho atmósferas. Una vez que el agua estuvo prácticamente saturada de oxígeno disuelto —24 por 100 a esta presión—, introdujo un ratón por un orificio, en la parte inferior.

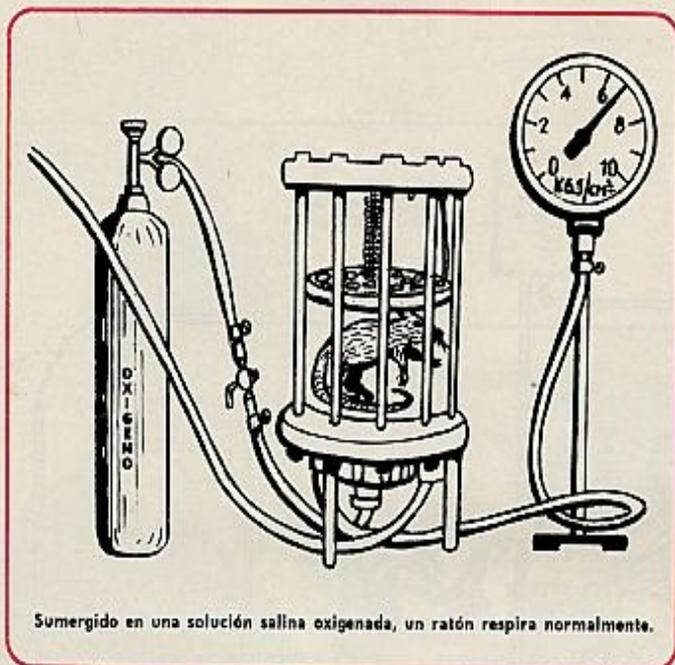
El primer ratón, al que una reja

impedía nadar hacia la superficie, vivió varios minutos completamente sumergido. Otros, sumergidos en un agua a veinte grados de temperatura, a la que se añadieron todas las sales que se encuentran en la sangre y un producto químico especial regulador de la acidez, vivieron hasta seis horas activos, despejados y respirando lentamente durante toda la primera parte de la experiencia, en la que no demostraron ninguna angustia.

Kylstra estaba en el buen camino. Al modificar la composición química de la solución salina logró hacer vivir a los ratones-peces hasta dieciocho horas. Ratones situados en las mismas condiciones de oxigenación de temperatura y de presión habrían muerto al cabo de cinco minutos en agua del grifo y de once en agua de mar.

En otro cajón hubo ratones que sobrevivieron a la presión increíble de ciento sesenta atmósferas (1.600 metros de agua de mar). Kylstra intentó varias veces sacar estos ratones al aire libre después de haberles hecho respirar agua durante períodos de tiempo que iban de los diez a los treinta minutos, pero ninguno sobrevivió más de dos horas. Sin embargo, no había que desanimarse. Los ratones son demasiado pequeños para que se puedan diseccionar convenientemente sus pulmones, y Kylstra sabía que las complicaciones pulmonares tenían que ser la única causa indirecta de la muerte, ya que la vuelta a la respiración del aire es paradójicamente más peligrosa que el paso inicial del aire al líquido. Cada una de las gotas que Kylstra no lograba extraer de los músculos repliegues pulmonares de los ratones tardaba **SIGUE**





Sumergido en una solución salina oxigenada, un ratón respira normalmente.

horas en ser absorbida e impedía, durante todo este tiempo, los intercambios de gases indispensables para la vida en los pequeños sacos bronquio-pulmonares, donde normalmente la sangre debe venir a tomar su oxígeno y a descargarse de su gas carbónico. El problema inverso, en el momento de la primera inversión, es mucho menos grave, ya que en este caso es el nitrógeno alveolar depositado allí por la última inspiración del animal —el aire contiene un 21 % de oxígeno y un 78 % de nitrógeno— el que hace más lento el intercambio de oxígeno entre el agua y la

sangre, pero el nitrógeno es absorbido mucho más rápidamente que el agua.

perros de mar improvisados

«Era enormemente trabajoso el llevar a cabo observaciones fisiológicas precisas sobre animales tan pequeños como los ratones o las ratas —cuenta el profesor Kylstra mientras acaricia la cabeza de su perro—. Nuestro cajón, en Leyden, es lo suficientemente grande para que el investigador, que respira aire comprimido, pueda caber en él para ocuparse del perro que, ba-

jo el agua, respira agua a la misma presión. Esto nos ha permitido a Tissing y a mí montar el sistema que a continuación expondré». Mientras hablaba cogió un trozo de tiza y dibujó en un encerado el esquema de su instalación en el interior del cajón. «He aquí el depósito que contiene el líquido que hay que respirar; el perro ha sido anestesiado para que no se asuste; ha sido lavado y se le ha tratado con penicilina y estreptomocina. Le ato a una tabla que se suspende sobre el depósito, cubro al perro y al depósito con un gran saco de plástico, me hago comprimir a cinco atmósferas con ellos e inyecto oxígeno en el depósito por abajo durante diez minutos. El oxígeno se disuelve rápidamente en el agua salada y el gas que sube en burbujas es retenido en el saco de plástico, en lugar de producir la polución del aire del cajón. Al cabo de unos minutos puedo suspender la inyección de oxígeno y sumergir al animal por completo en el agua oxigenada. Al primer perro le dejé veintitrés minutos; respiraba regularmente, con toda calma, y a continuación le saqué del agua, le alcé por las patas traseras para vaciar sus pulmones y le insulé agua en el morro para reanimarle; después le dejé, tosiendo y carraspeando un poco al principio, hasta que se volvió a habituar al aire».

—¿Qué tiempo puede dejarse, como máximo, que un animal respire agua?

—Todavía no lo sabemos. Los perros «recordmen», si puede emplearse la expresión, han respirado una solución salina oxigenada durante cuarenta y tres minutos, y si no les hemos dejado más tiempo es a causa de la

Esta perra, que pasó veintisiete minutos respirando agua, trajo al mundo, mes y medio más tarde, nueve cachorros sanos.



El doctor Kylstra insufla aire en los

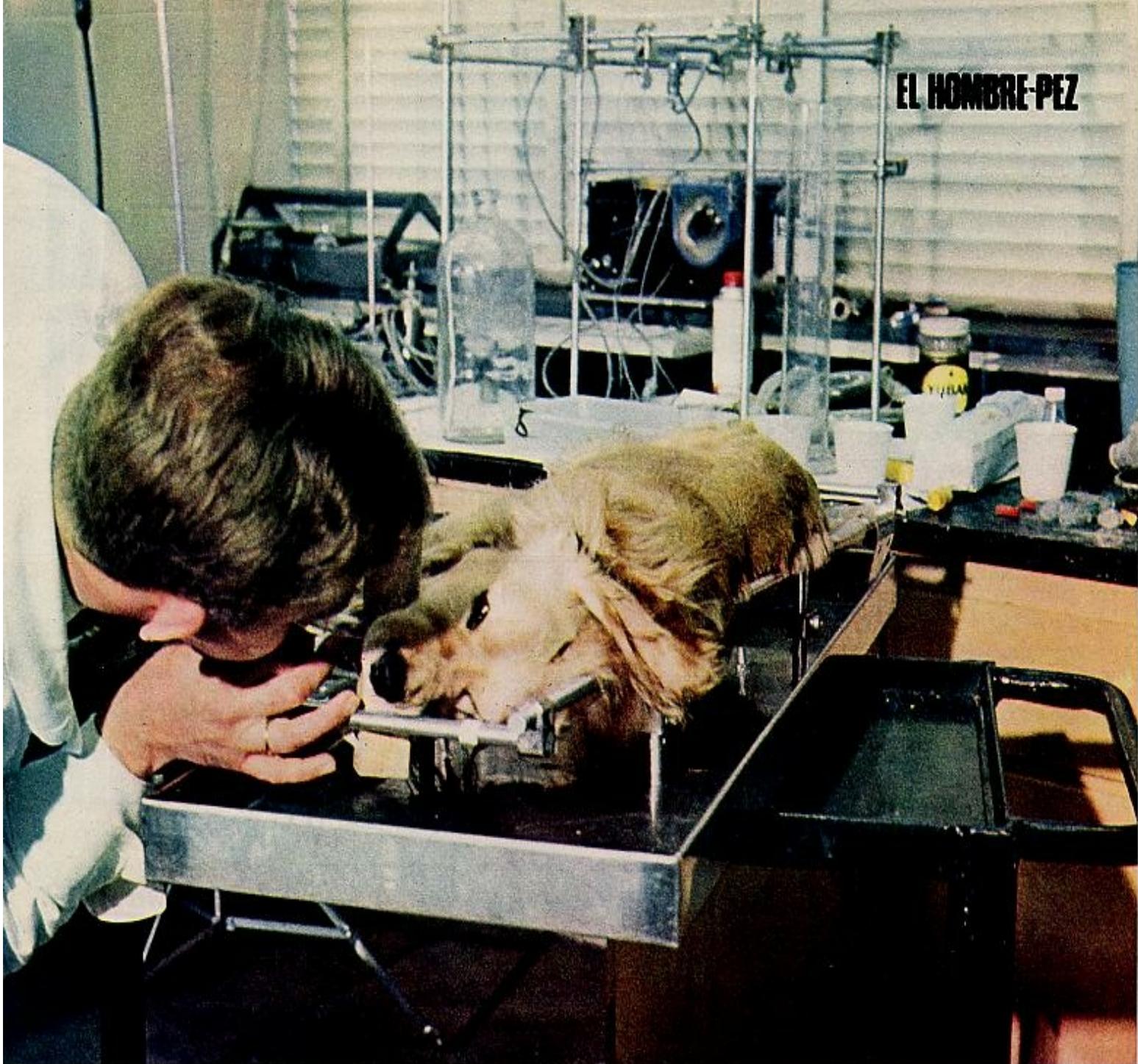
duración de las cámaras de decompresión que tenemos que sufrir nosotros que no hemos tenido la suerte de poder respirar agua oxigenada.

—¿Sobrevivieron todos?

—Sacrificamos a algunos por razones fisiológicas para exámenes pulmonares, etcétera; pero en la actualidad todos los que decidimos que se salven se salvan, e incluso una perra, que pasó veintisiete minutos sumergida y que estaba preñada en el momento de la experiencia, sin que lo supiéramos, trajo al mundo mes y medio más tarde nueve cachorros llenos de salud.

un problema: la eliminación del gas carbónico

—Precisamente al medir los diferentes gases disueltos en la sangre antes y después de su paso por los pul-



pulmones de un perro que ha respirado agua oxigenada, después de que aquéllos han sido vaciados de líquido, a fin de adaptarlos de nuevo a la respiración aérea normal.

mones descubrimos el punto débil del sistema. La eliminación del anhídrido carbónico es deficiente; un perro que respire vigorosamente un líquido oxigenado a cinco atmósferas, a treinta y dos grados, extrae de él todo el oxígeno que necesita, pero no elimina suficiente CO₂.

—Es decir, que se intoxica poco a poco. ¿Por qué?

—Hay dos razones. En primer lugar, un litro de líquido saturado contiene menos CO₂ en disolución que un litro de aire saturado, lo que hace que el líquido que pasa a los pulmones no puede desarrollar en ellos el mismo «trabajo purificador» que el aire; habría que ventilar dos veces más para llegar al mismo resultado; pero esto no es todo; la difusión del gas carbónico es seis mil veces más lenta a través de un líquido que en el aire, tanto más cuanto que el CO₂ de la

sangre gastada ni siquiera tiene tiempo, al pasar por los capilares pulmonares, de saturar la minúscula gota de líquido que llena cada alvéolo.

—¿Es esto irremediable?

—No, no. He añadido un nuevo ingrediente a la solución salina: trihidroximetil aminometano; es un producto que acelera la disolución del CO₂ en el agua y que ha permitido a los ratones sobrevivir bajo el agua mucho más tiempo que en una solución salina normal, pero no se trata más que de un remedio temporal. Todavía hemos intentado algo más: ayudar artificialmente a la ventilación. El esfuerzo muscular que debería hacer un perro para absorber líquido en su sistema pulmonar con un oleaje foliáceo, comparable al del aire, sería treinta y seis veces más grande que en el aire. Todavía no lo he logrado, a causa de los fenómenos de turbulencia

que lo impiden. Pero por fin puede ventilarse solo, bien que mal. Le hemos ayudado a respirar para ver si esto sería suficiente para reducir la retención de gas carbónico.

El doctor Kylstra vuelve a coger su tiza y explica en el encerado: «Hemos colocado un tubo en Y en la tráquea del perro dormido. Por este tubo, y gracias a un sistema de recipientes y de tubos, llené sus pulmones de una solución oxigenada, y entonces, simplemente por la gravedad, al cerrar esta válvula, hice que el agua saliera de nuevo por la otra rama de la Y. Abriendo y cerrando las válvulas trece veces por minuto aproximadamente le ayudé a respirar casi normalmente».

—¿Y ha medido usted el CO₂ en el agua espirada?

—Sí. Había un gran progreso, pero para sesiones largas sigue siendo un problema.

los gases son los que matan

Los mayores peligros que amenazan en la actualidad la salud y la vida del escafandrista provienen de los gases que respira: aire, oxígeno puro, mezclas de helio y oxígeno o de oxígeno y nitrógeno. Ahora bien, las experiencias del doctor Kylstra indican que un buceador puede, en teoría, prescindir de todos estos gases peligrosos y respirar agua oxigenada.

El escafandrista clásico, con casco de cobre y calzado de plomo, está parcialmente paralizado por la burbuja de aire en forma de vestido que le aprisiona y como encadenado por su tubo de aire. Más allá de los cuarenta o cincuenta metros de profundidad el nitrógeno del aire le emborracha, con la «borrachera de las grandes profundidades». Con el espíritu oscurecido trabajará cada vez

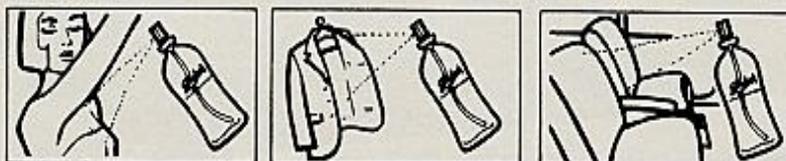
SIGUE



qué es «lo personal»
 -donde empieza y donde termina lo personal-
 cuando se habla de higiene personal

Cuando se habla de higiene, el sentido verdadero de lo personal, el único que vale para la vida corriente de cada uno, es más amplio que el que normalmente se le reconoce. Empieza, desde luego, en la higiene corporal completa, a la cual el desodorante proporciona el último toque; pero comprende además otras cosas que son, también para la higiene, como la prolongación de uno mismo.

Para servir con exactitud este concepto de lo personal, se ha creado FIRDRAK colonia DESODORANTE.



media higiene...?

¿No es un hecho cierto -aunque pocas veces se haya reflexionado sobre ello- que la más depurada y perseverante higiene corporal supone en muchas circunstancias una atención casi inútil, un esfuerzo sin compensación? Esto ocurre con frecuencia: Pensemos que cuanto nos rodea o, concretando más, la ropa que vestimos, nuestro propio coche, pueden sin que en realidad tengamos nosotros la culpa, hacer que nuestra higiene personal sufra desmerecimiento.

(La ropa acumula los más varios olores y el resultado es, fatalmente, poco grato. El coche se convierte a menudo en un pequeño salón cerrado... con todas las consecuencias, empezando porque el humo y el olor del tabaco y de la gasolina parecen impregnar el tejido de la tapicería y hasta la pintura y los intersticios más inaccesibles).

3 segundos son 24 horas

FIRDRAK colonia DESODORANTE es la respuesta justa, científica, a las exigencias de la vida moderna en materia de higiene personal. Está hecho *para su higiene personal integral*, es decir: *para su higiene corporal*, (una sola aplicación por la mañana es suficiente para todo el día) y también *para la ropa*, (la que viste y la que guarda) y *para el coche*.

(¿Debemos incluir el despacho, donde se reciben tantas visitas al cabo del día? Hay quien utiliza FIRDRAK para desodorar el despacho, sobre todo si éste no es muy amplio, pero, en rigor, el uso de FIRDRAK colonia desodorante aerosol, debe limitarse a lo estrictamente personal, para lo que ha sido concebido: Su definitiva eficacia desodorante le hace insustituible para servir este concepto de higiene personal que hemos definido en sus términos reales: la higiene corporal estricta, la ropa, el coche.

el éxito de *Firdrak*

3 segundos de FIRDRAK son 24 horas de limpio frescor, de confiado bienestar. Su perfume se deja sentir discretamente y desaparece poco a poco en tanto que el *desodorante penetra y actúa a fondo sobre los microscópicos orígenes de los olores desagradables*.

La calidad concentrada de FIRDRAK permite y aconseja la economía: No abuse de la facilidad que le proporciona la presentación "Spray"; pulse brevemente el botón del atomizador. El resultado es seguro porque el aerosol se expande y alcanza a todas partes.

Firdrak colonia
 desodorante
 aerosol

EL HOMBRE-PEZ

peor, olvidará la tarea que le ha llevado al fondo del mar, a veces una tontería pondrá su vida en peligro. Al volver a la superficie deberá pasar largos minutos, quizá horas, en las diferentes cámaras de descompresión, para que el nitrógeno disuelto a presión en su sangre pueda volver lentamente al estado gaseoso y ser eliminado por los pulmones a cada respiración.

Si volviera a la superficie demasiado rápidamente el gas herviría en su sangre un poco como en una botella de gaseosa bruscamente destapada y las burbujas bloquearían su circulación, distenderían dolorosamente sus tejidos óseos y destruirían irreparablemente determinados tejidos nerviosos. Un accidente de descompresión, consecuencia de una vuelta a la superficie incontrolada, mata o deja inválido si no se procede a un tratamiento inmediato.

El buceador autónomo está sometido exactamente a los mismos peligros fisiológicos, narcosis o accidentes de descompresión. No tiene más ventaja que la que le da su libertad de movimientos, libertad completamente temporal e hipotética.

El buceador con helio y oxígeno escapa a la narcosis, ya que el helio, que sustituye al nitrógeno, en tanto que gas inerte disolvente en ciertas mezclas respiratorias no tiene acción narcótica. Pero sigue estando sometido a las interminables cámaras de descompresión.

Los buceadores militares, para evitar las burbujas que traicionan su presencia, respiran oxígeno puro en circuito cerrado. Si su aparato se estropea sin previo aviso, el exceso de oxígeno puede acabar con su vida por convulsión hiperóxica, lo mismo que la falta de él, por síncope hipóxico. Si el cartucho químico —cal sódica, hidróxido de bario, etc.— que debe absorber el CO₂ se moja, se hace viejo o está mal relleno, su inmersión terminará por intoxicación de gas carbónico. En todas las marinas militares

se producen cada año accidentes mortales.

Ahora bien, el día en que los buceadores puedan prescindir de gas, todos estos accidentes mecánicos, consecuencia de un desequilibrio entre la presión del gas en los pulmones o en las ropas del buceador y la presión del agua, y todos los accidentes fisiológicos —hipoxia o hiperoxia, intoxicación de CO₂, embolia gaseosa, narcosis de nitrógeno— provocados directamente por el gas respirado pertenecerán al pasado, como la viruela o el cólera.

Liberado de los peligros de ayer, el hombre que respire agua será por fin libre bajo el mar.

el primer hombre-pez será un hombre-laboratorio

¿Libre? Nadará como un pez, con aletas en los pies, y bajará a trabajar a profundidades hoy inaccesibles. Los yacimientos submarinos de petróleo, de carbón, de diamantes, de oro, de mineral de hierro, de cromo, de estaño, etcétera, serán explotados comercialmente, ya que se podrá trabajar sobre la meseta continental sin contar las horas y volver a la superficie a voluntad. Si hay guerra, ninguna granada, ninguna carga de profundidad, ninguna mina sumergida podrá destruirle; es la onda de choque la que mata a los buzos-desminadores o a los nadadores de combate o incluso a los peces, al comprimir brutalmente la burbuja de gas pulmonar o la vejiga natatoria, pero el buceador de mañana, más pez que los verdaderos peces, no será más que carne y agua.

Más de cien submarinistas han muerto como ratas, lentamente, en época de paz, y más en época de guerra, prisioneros de una caja de hierro pasada de moda, y los submarinos atómicos de hoy pueden alcanzar sin quedar aplastados profunda-

SIGUE

Ahora Braun afeita desde 795 Ptas.



Nueva Braun Special

El afeitado en seco al alcance de todos los españoles



Braun special se adapta automáticamente a todo tipo de barba y rasura con suavidad las zonas más delicadas.

Braun special afeita a fin de piel con mayor precisión y suavidad que la más perfecta cuchilla o navaja barbera.



El elemento cortador (para pelos largos) que la Braun special lleva incorporado facilita el arreglo del bigote o pabillos así como el perfilado de sienes y nuca.

Por un mínimo coste la Braun special es la rasuradora eléctrica "completa" que avala el prestigio y garantía de la técnica Braun.

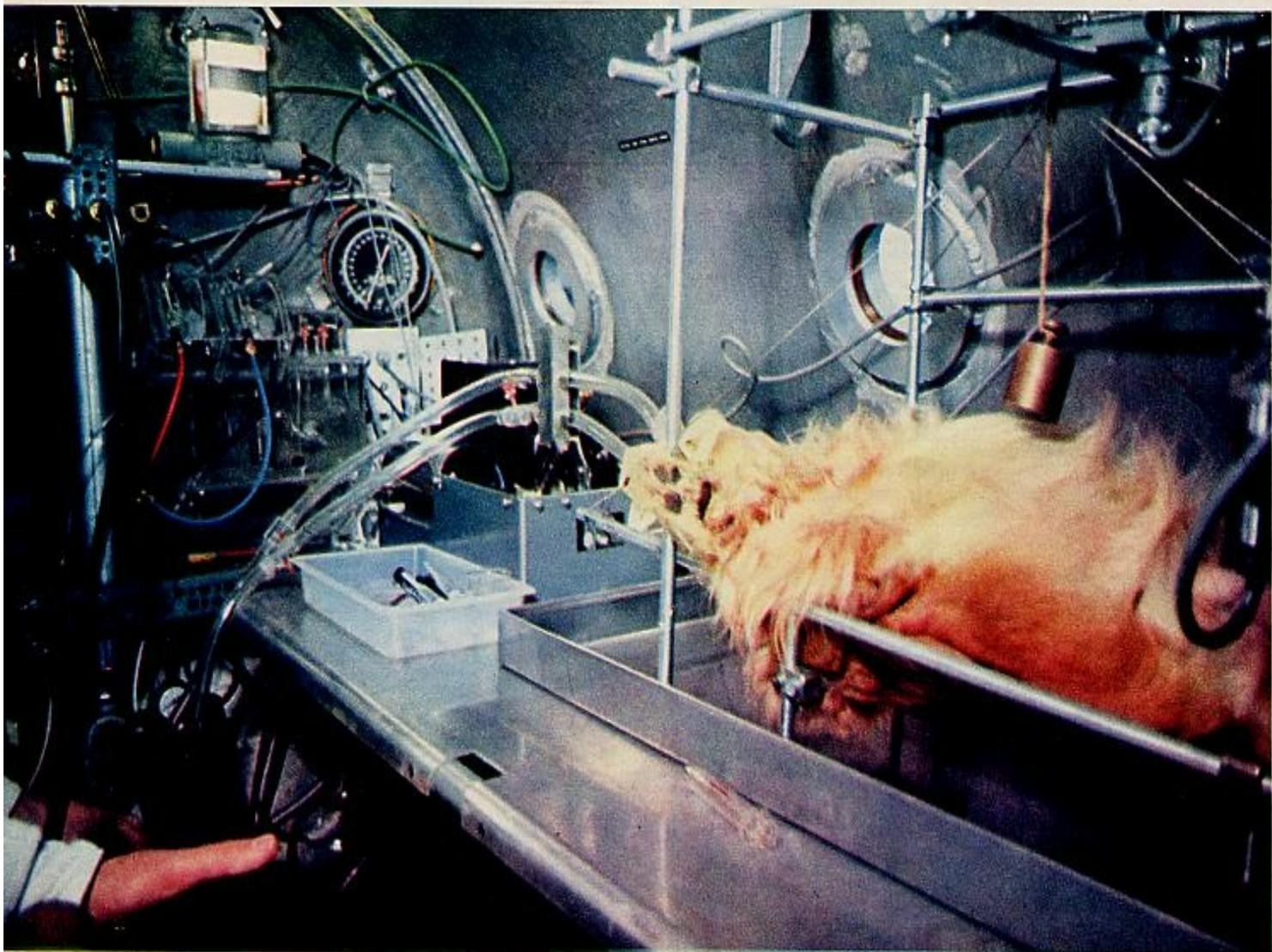


EL DOCTOR JOHANNES A. KYLSTRA

estudió Medicina en Leyden, donde dirigió a continuación el laboratorio de Fisiología aplicada, en el que comenzó sus experiencias sobre la respiración de líquidos. En la actualidad prosigue sus trabajos en la Duke University (Carolina del Sur, U. S. A.). Tiene treinta y nueve años y está casado con una americana.

Braun Special 795

Sistema de afeitado Braun con 3 años de garantía.



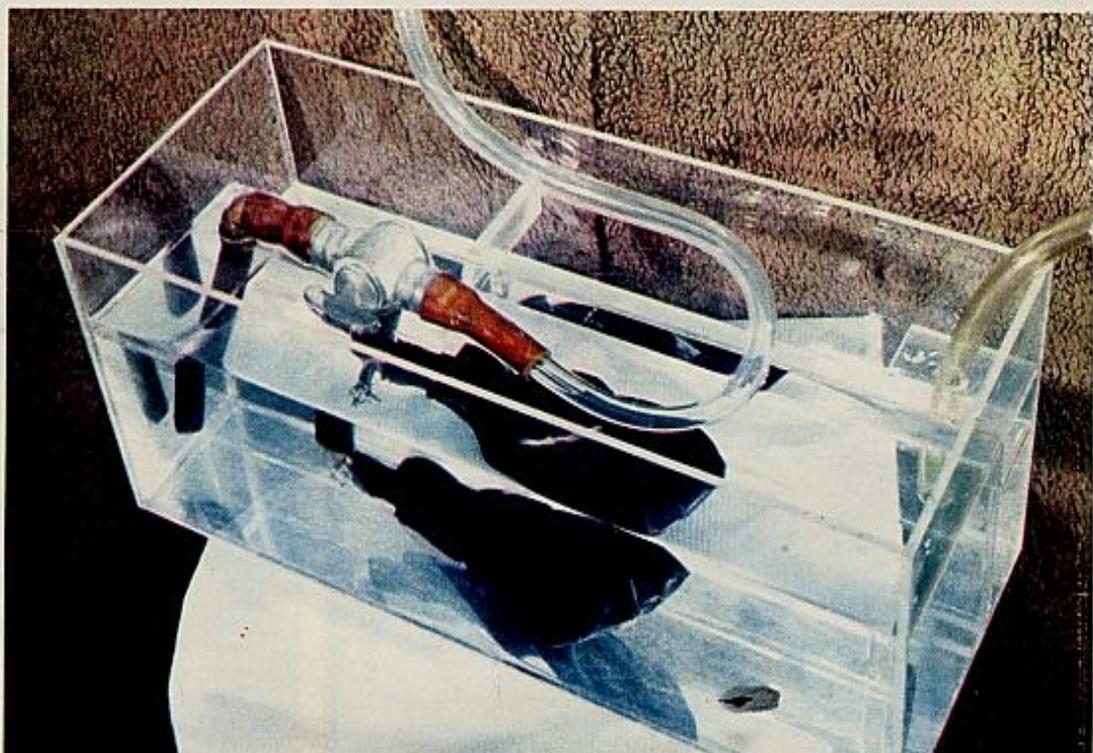
En el interior del cajón bajo presión, el líquido penetra en los pulmones del perro por la rama superior de un tubo de plástico en Y, y es expirado por la inferior.

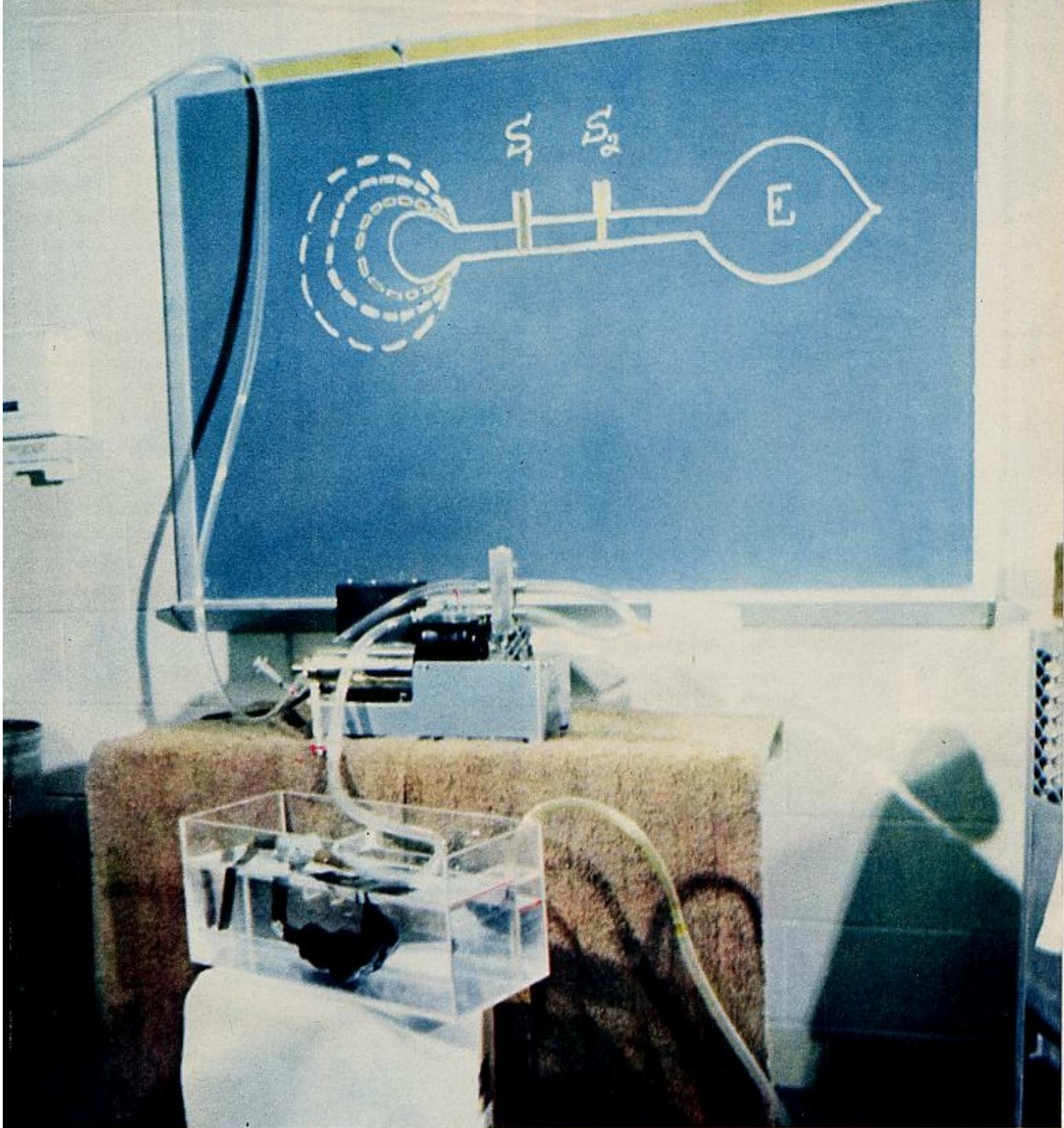
des que sobrepasan con mucho el campo de intervención de los aparatos respiratorios de mezcla gaseosa. Pues bien, si los submarinos de mañana pueden endosar en una escotilla una escafandra de líquido, podrán volver a la superficie sanos y salvos.

Sin embargo, el primer hombre-pez no estará como pez en el agua.

El líquido salino que llevará para respirar por un tubo traqueal deberá ser meticulosamente dosificado, deberá ser calentado, absorbido mecánicamente en sus pulmones por medio de una máquina automática a un ritmo que variará según el esfuerzo realizado, y deberá ser analizado y regenerado automáticamente. Para ver, ese hombre tendrá que llevar lentillas de contacto especiales, que ya se encuentran a la venta.

Imaginémosle revistiendo un mono de buzo calentado eléctricamente —semejante quizá al que la marina americana prepara en este momento para los nadadores de combate—, endosando su escafandra-máquina, con su bomba, su calentador, su cartucho quí-





A la izquierda, un detalle del equipo, mostrado en su integridad arriba, para la respiración «ayudada» bajo el agua, por medio de un pulmón artificial experimental.

mico, su distribuidor automático de oxígeno, vaciando de aire sus pulmones para inhalar dos litros de líquido —el aire residual, un litro y medio, será rápidamente disuelto y eliminado—, de un líquido apenas más irritante que las lágrimas o la saliva y que invadirá su garganta y su nariz, sus senos y sus orejas.

Un propulsor a hélice le arrastrará y la superficie volverá a cerrarse sobre él. De vuelta entre los hombres expirará sus dos litros de líquido, y quizá deba vivir al «ralenti» durante

unas horas, hasta que la última gota de líquido residual haya sido absorbida por sus pulmones. ¿Intentará el doctor Kylstra esta experiencia? «Creo que desde un punto de vista médico es perfectamente factible; se precisarían, al menos, dos años de trabajo, pero no hay que olvidar que un hombre es más fácil de tratar que un perro; en cuanto a los problemas de material, son asunto de los ingenieros, y son, por otra parte, problemas sencillos...». En cualquier caso, no le faltan candidatos.

vuelta a los orígenes

La vida nació en el mar. El hombre desciende de una larga estirpe de maríferos que a su vez descienden de reptiles, descendientes de los peces. Como signo evidente de un estudio lejano de su evolución, sigue pasando su vida de feto-pezu en el vientre de su madre, en un líquido muy semejante al agua del mar. Llegará un día, sin duda, en que los hombres endosarán una escafandra de líquido con

la misma facilidad con que hoy cabalgan una motocicleta y en que, por fin, se encontrarán en el mar como en su propia casa. Pero, sea cual sea el resultado final de sus trabajos, no cabe duda de que la gran alegría —en el terreno científico y en el filosófico— del doctor Kylstra consiste en haber podido establecer un lazo, aunque sea temporalmente, entre su propia especie y la de los peces.

ROBERT STENUIT

(Fotos y dibujos del autor)