

## VERDADES Y MENTIRAS SOBRE EL BUCEO CON MEZCLAS

por Igor Beades

### §1. INTRODUCCION

Casi todos nos acercamos a los gases por interés en poder bucear más profundo, aunque a la larga nos damos cuenta que las mezclas conteniendo Helio son también necesarias a muy poca profundidad. Todos hemos experimentado en algún momento episodios más o menos importantes de narcosis –no necesariamente desagradables- y hemos leído que la presión parcial del oxígeno que forma parte del aire comprimido que estamos empleando es peligrosa e incluso susceptible de causarnos la muerte por acumulación de CO<sub>2</sub>.

Quienes comenzaron a bucear en la década de los 80 relatan a veces experiencias personales de buceos a 90 o incluso 100m con aire. Estos recuerdos son confusos, pero no hay una conciencia clara de la narcosis. Este tipo de buzos –entre los que me incluyo- que han estado tan abajo con aire, muestran una resistencia comprensible a usar mezclas, pues recuerdan que las tablas y los descompresímetros (antecedentes de los computadores) consideraban “seguras” inmersiones de cinco minutos sin descompresión allá abajo. Fuera de la limitación del tiempo de fondo, no había una conciencia de la peligrosidad como ahora inculcan los cursos de buceo técnico.

Una simple pregunta, que hace quebrar todo el esquema de baja seguridad y confort es la de que “¿cuántas inmersiones peligrosas hay que hacer para comenzar a usar la mezcla adecuada?”. Nos atreveríamos a añadir, “para dejar de usar la inadecuada”.

Estas líneas pretenden ser una aproximación sencilla y sincera a lo que es el buceo con mezclas, si bien hay en este sentido excelentes materiales a disposición del lector curioso, como pueda ser el libro de Vance Harlow titulado “Oxygen Hacker’s Companion”, que es una referencia de necesaria lectura.

Por otro lado, no hay que caer en la complacencia de pensar que la auto-formación pueda suplir un buen curso, sino demandar auténtica calidad de nuestros instructores. Es frecuente hallar en las listas de Internet mil y un pretextos para justificar el buceo por encima del nivel propio de formación aduciendo que se es autodidacta; afortunadamente, ya disponemos de buenos instructores, dentro y fuera de España y acceder a ellos es sólo una cuestión de esfuerzo y sinceridad con nosotros mismos.

Para concluir, podemos decir que cualquier buceo puede beneficiarse del uso de mezclas. No es una cuestión de analizar lo que nos cuesta el gas, sino de valorar y comprender que aumenta nuestra seguridad, mejora nuestra descompresión y la satisfacción del buzo. Igual que podemos llevar un regulador “más barato”, siempre existirá el argumento de bucear con aire. Hemos de desterrar este esquema, y sobre todo entender que por muchos cursos de Trimix que hagamos, hasta que no tengamos acceso a los gases y aprendamos a manipularlos, nunca los usaremos con seguridad.

## §2. LA FORMACION ADECUADA EXISTE

Hasta hace poco, los cursos se basaban casi exclusivamente en los textos de Dick Rutkowski, y ofrecían dos facetas curiosas: de una parte, para que el alumno sea admitido a un curso de Trimix en el que se le enseña que el aire es una mezcla inadecuada y peligrosa más allá de los 45m antes debe haber pasado otro de "aire profundo" o "extended range" (dependiendo de la agencia), en el que deberá hacer inmersiones en condiciones de narcosis. No es sólo la cuestión de que durante estas inmersiones de curso, los alumnos sean expuestos a condiciones peligrosas, sino en particular el problema es que estos cursos "enseñan" al alumno por medio de estas experiencias previas que el uso de aire a 50 ó 55m es algo "controlable" y que el cuerpo humano desarrolla "tolerancia"; ni que decir tiene que ambas cosas son falsas (1) y la causa de la mayoría de las muertes.

El efecto inmediato de este esquema es que el alumno, que ha pagado una fuerte suma de dinero por su curso Trimix, no usa este gas cuando termina el curso. Y hay que contar que en no pocos casos, el alumno es animado incluso a pasar a continuación un curso en el que se le habilita como "manipulador de gases" o incluso como "instructor Trimix".

El resultado práctico es que cuando acabé mi curso Trimix –igual que sucede a muchos buzos- hubo de transcurrir más de un año para que me despojara de toda la dependencia aprendida y comenzara a manipular gases por mi cuenta. Al igual que sucede con cursos más básicos, como el OWD, que ocasionan muchas veces que el alumno sea incapaz de bucear por sí mismo, sin depender del instructor. Estos cursos de baja calidad crean la ilusión de que el alumno "sabe bucear con mezclas", cuando en realidad tan sólo ha hecho dos o tres inmersiones Trimix, y no pasa de saber planificar una inmersión con algoritmos y programas obsoletos.

Una vez más, el alumno es el más culpable de esta situación, pues sabe que está recibiendo un curso de baja calidad, pero lo sigue animado por obtener rápidamente una certificación a costa de una formación incompleta. Si por el contrario el alumno está más preocupado en obtener conocimiento práctico, exigirá que el instructor sea una persona experimentada, que posea experiencia real en ese tipo de inmersiones, que tenga grandes dotes para transmitir información y que cumpla en exigencia y extensión los estándares de la organización (por ejemplo, una conocida organización exige al menos 60 inmersiones Trimix para subir de nivel pero muchos instructores admiten sólo dos).

Es frecuente encontrar quien critica o alaba tal o cual organización en función de su experiencia personal –o su falta de ella. Hemos de desterrar la práctica de generalizar una crítica en función de un instructor determinado, cuando puede estar englobado en una organización seria. Lo primero que debemos comprobar es si ese instructor cumple escrupulosamente los estándares de su agencia y si realiza inmersiones reales aparte de las de enseñanza. Así podremos valorar una vez más el producto que recibimos. Instructores que justifican su mala forma física o incluso que bucean con aire profundo deben ser desterrados del sistema y tan malo es hacer una crítica generalizada de una organización que posee cientos de instructores en función del único que conocemos, como dejar de criticar con nombre y apellidos a las "manzanas podridas", que no hacen sino generar prácticas peligrosas en la comunidad.

Existen buenos cursos y buenos formadores en todas las agencias, y posiblemente también existan malos instructores en todas ellas. Igualmente, habrá cursos buenos y cursos malos en función de la concurrencia de determinadas circunstancias en cada momento.

### §3. ELECCION DE LA MEZCLA ADECUADA: EL OXIGENO

El método didáctico de las agencias se basa en la toxicidad del oxígeno a presiones parciales superiores a los 1,4 bares (los materiales más antiguos toman como referencia los datos que usaba la NOAA en la época de Rutkowski, y hablan de 1,6).

El lector recordará que la presión depende de la profundidad. Cada 10m de columna de agua, incrementan la presión ambiente en 1 kg/cm<sup>2</sup> (o lo que es lo mismo, 1 bar o 1 Atmósfera). A 20m estamos expuestos a 3 bar (3 ATAs) incluyendo la de superficie (unos 1020 milibares).

Como el aire se compone en un 21% de oxígeno (O<sub>2</sub>) y un 78% de Nitrógeno (N<sub>2</sub>) aproximadamente, a -40m (5 ATAs) respirando aire estaremos expuestos a una presión parcial de O<sub>2</sub> de  $(21 \cdot 5 / 100)$  1,05 bares y a una presión parcial de N<sub>2</sub> de  $(78 \cdot 5 / 100)$  3,9 bares.

Pues bien, muchos instructores utilizan los valores máximos de presión parcial de O<sub>2</sub> en el fondo para seleccionar la mezcla. Así, por ejemplo si se va a bucear a -85m (9,5 ATAs), sabremos que la ppO<sub>2</sub> no puede ser superior a 1,4 y por tanto su porcentaje en la mezcla no deberá ser superior al 13,5 o por redondear, 14% ( $14 \cdot 9,5 / 100 = 1,4$ ).

Dicho de otro modo, la elección del porcentaje de O<sub>2</sub> de la mezcla, siempre es el máximo. Esta práctica se apoya en dos conceptos equivocados. El primero es que por estar sometido a una alta ppO<sub>2</sub> vamos a sentirnos "mejor" o vamos a ser capaces de desarrollar más esfuerzo. Si tenemos en cuenta que nuestro cuerpo está acostumbrado a respirar a una ppO<sub>2</sub> de 0,2 bar, bastará con tener en cuenta una fracción de O<sub>2</sub> en la mezcla que no sea hipóxica (que nos haga desmayarnos) por ser respirada a menos de 0,16-0,12 bar.

Por otra parte, se tiende a pensar que una alta ppO<sub>2</sub> nos mantiene "frescos" cuando la realidad es la contraria:

- ppO<sub>2</sub> superiores a 1,2 pueden hacer aparecer convulsiones.
- Producen una alta oxidación de nuestros pulmones, que provocan menor intercambio gaseoso por la aparición de mucosidad en los bronquios (efecto conocido como "toxicidad pulmonar" o "toxicidad del cuerpo entero").
- El O<sub>2</sub> potencia la narcosis del N<sub>2</sub>, además de ser un gas potencialmente narcótico en sí mismo.
- Limita la aplicación posterior de un tratamiento hiperbárico si la exposición durante el buceo ha sido alta. Muchos médicos se negarán a un tratamiento con alta exposición al O<sub>2</sub> si el perfil de buceo ha sido agresivo.
- La única utilidad de las altas presiones de O<sub>2</sub> es descompresiva. No tiene por tanto sentido trabajar con altas ppO<sub>2</sub> en las mezclas de fondo.
- El O<sub>2</sub> es un gas pesado, por lo que a profundidad, genera "bolsas" no renovadas de CO<sub>2</sub>. El CO<sub>2</sub> es un gas extremadamente narcótico.

Visto todo lo anterior, podemos entender la afirmación de que de partida, el método enseñado por muchos instructores, es inadecuado y peligroso.

¿Cuál es el porcentaje adecuado de O<sub>2</sub> para una mezcla de fondo? Por supuesto, esta elección depende del perfil de la inmersión, pero de modo preliminar podemos concluir que aquella que nos hará estar expuestos en el fondo a una ppO<sub>2</sub> nunca superior a 1,2 (¿por qué no, de entre 0,7 y 1,0 bar?, pensemos que los humanos llevan cientos de miles de años sometidos a 0,21 bar de ppO<sub>2</sub>).

#### §4. ELECCION DE LA MEZCLA ADECUADA: EL NITROGENO

Hay que considerar al Nitrógeno como el diluyente de la mezcla que usamos para bucear. En un rango del buceo entre los 0 y los -100m, el Nitrógeno es "un mal necesario". Este gas no sólo es el responsable de la narcosis sino también de la propia descompresión.

Cuanto más Nitrógeno sustituyamos por Helio, más segura será nuestra mezcla, ya que en el rango citado el Helio no presenta narcosis ni problemas de toxicidad y que la deco es comparativamente menos problemática que con el Nitrógeno. ¿Cual es la ppN<sub>2</sub> aceptable para una mezcla dada? Es difícil contestar a esta pregunta, pero en general podemos tomar la referencia de que será la equivalente para una inmersión con aire entre 30 y 35m.

Normalmente, las agencias de buceo técnico consideran un concepto de "profundidad equivalente de narcosis de aire", en el que toman la ppN<sub>2</sub> de una mezcla dada en el fondo y la referencian al aire, en el que la fracción de N<sub>2</sub> es del 78% como hemos visto. Estos cálculos sirven para tener una aproximación del potencial narcótico de una mezcla Trimix.

Sin embargo, si como hemos visto, el Oxígeno es directa o indirectamente narcótico, lo correcto sería tomar también el O<sub>2</sub> en cuenta. Así, si una mezcla dada tiene por ejemplo, un 15% de O<sub>2</sub> y un 35% de N<sub>2</sub>, podemos considerar que su potencial narcótico es del 45%. Tomando como referencia los 35m de profundidad, en los que el aire desencadena de una forma clara los efectos de la narcosis, y sabiendo que 35m equivalen a una presión absoluta de 4,5 bar, podríamos decir que nuestro Trimix 15/50 (convencionalmente: % Oxígeno/ % Helio) tiene un porcentaje narcótico del 50% (15+35), por lo que tendría una equivalencia narcótica del aire 18 metros.

Partiendo de un punto de vista parecido, muchos buzos "disuelven" el Oxígeno y el Helio con aire, mezclando lo que se denomina "Heli-air". Estas mezclas han sido usadas en España incluso para conseguir algunos récords de profundidad (como el -120m en cueva). Sin embargo, se trata de un procedimiento peligroso por varias razones:

- Nunca se consigue una mezcla adecuada a ninguna profundidad. O el contenido de O<sub>2</sub> es muy alto, o el de Helio es muy bajo (y en consecuencia el de Nitrógeno es alto).
- Es muy difícil ajustar la mezcla a un resultado final deseado. Incluso teniendo en cuenta cuestiones complejas como la compresibilidad de los gases, es improbable que el análisis final de la mezcla coincida con lo que buscábamos.

- Es casi imposible aprovechar los restos de gas, por lo que al final si tenemos que desperdiciarlos, el coste final por inmersión es similar al del Trimix y en ocasiones superior.
- Si al final usamos procedimientos de trasvasado por presiones parciales para elaborar un Trimix inicial que luego "aligeramos" con el compresor, prácticamente podríamos estar haciendo un Trimix con algunos conocimientos técnicos adicionales.
- No hay que perder de vista que la práctica de añadir Helio no sólo busca reducir la  $fN_2$  sino también aligerar la mezcla para facilitar la respiración, eliminar la acumulación de  $CO_2$  narcótico (o muy peligroso a gran profundidad) y facilitar el funcionamiento de los reguladores (sometidos a menos esfuerzo).

Por todo ello, el principio general debe ser sustituir tanto Nitrógeno y Oxígeno por Helio cuanto sea posible, para bucear en la franja de los cero a los  $-130m$ .

#### §5. ELECCION DE LA MEZCLA ADECUADA: EL HELIO

El uso de Helio ha sido confirmado como uno de los mayores aliados del buceador deportivo, ya que:

- Aunque satura más rápidamente, también permite decos más rápidas en comparación con el Nitrógeno.
- No es narcótico.
- Ventila mejor al ser más ligero que el aire, evitando los peligrosos efectos del  $CO_2$ , que también es fuertemente narcótico y puede provocar desmayos súbitos a gran profundidad.
- No somete a las piezas móviles del regulador ni a los músculos del buzo al esfuerzo que otros gases más densos obligan.
- Las decos "en superficie"; es decir, los procesos de desaturación completa, son fisiológicamente menos intensos, no generando el característico sopor del Nitrógeno debido al esfuerzo fisiológico.

Bajo la premisa de que "El Helio es el amigo del buzo", que fuera acuñada por George Irvine, debemos diseñar mezclas que:

- En fondo no nos sometan a una alta  $ppO_2$ . Tampoco una  $fO_2$  muy baja es interesante, pues nos expondría al peligro de respirar mezclas hipóxicas cerca de la superficie.
- La  $fN_2$  sea lo más baja posible. Es cierto que el Helio es caro, pero como hemos dicho, siempre habrá una justificación para usar mezclas más pobres o para bucear con un regulador más barato.

- Aunque el Helio genera una pérdida de calor acusada en inmersiones largas, siempre será más fácil aumentar el aislamiento (ropa interior de calidad, uso de Argón, etc), que bucear narcotizado.
- Debemos recordar que en inmersiones cortas, no por usar Helio acortaremos el tiempo de deco respecto al aire. No obstante, el diseño de la deco permitirá comenzar a descomprimir más abajo, lo cual es una ventaja en materia de seguridad y nos obliga a llevar menos gas de fondo para el mismo perfil de inmersión que con aire.
- Incluso en la deco, el uso de Helio es muy beneficioso, no hay que olvidar que un Heliox o un Trimix es más eficiente en deco que el Oxígeno puro, ya que no sólo jugamos con la "ventana de Oxígeno", sino con el gradiente de N<sub>2</sub>.

#### §6. EN FAVOR DE LAS MEZCLAS ESTANDARIZADAS

Dicho todo lo anterior, hemos de plantearnos si es conveniente disponer de mezclas estandarizadas o diseñar "a la carta" los gases que llevaremos en una inmersión dada. Hemos visto en primer lugar, que la mezcla de fondo puede ser irrespirable en los primeros metros. Si hemos de llevar una segunda mezcla "de viaje", puede ser interesante sustituirla por la mezcla de deco (p.ej. un Nitrox 50% o un 50/35). Por otro lado, en el ascenso es conveniente que los "saltos" de ppO<sub>2</sub> en el cambio de mezcla sean lo menos bruscos posibles, sobre todo si pretendemos maximizar la "ventana de Oxígeno" y estar sometidos a 1,6 bares de O<sub>2</sub> durante la deco.

Así, si asumimos el buceo en equipo como una parte indispensable de la seguridad de la deco, es prioritario que todos los miembros del equipo usen las mismas mezclas. Es impensable que cada buzo elija su mezcla, como se oía en un programa de televisión conocido.

Puestos entonces a seleccionar un abanico de mezclas utilizables, hemos de tener en cuenta:

- Baja ppO<sub>2</sub> en profundidad máxima operativa (MOD). Conviene diseñar una mezcla para cada cota, en función de su MOD, que no deberá implicar una ppO<sub>2</sub> superior a 1,2 bar.
- Baja narcosis a la MOD, que tomará no sólo en cuenta la ppN<sub>2</sub> sino también la ppO<sub>2</sub>, que conjuntamente nunca superarán los 4,5 bares (narcosis equivalente del aire o el Nitrox a 35m).
- Salto de escalón entre una mezcla y otra que no sea superior a 1 bar en cada cambio de mezcla.
- Mezclas fácilmente reutilizables; para ello debe tomarse como referencia una mezcla de dilución, como por ejemplo el EAN 32 ó el EAN 36, que añadidos sobre el Helio en distintas proporciones generen todo el abanico de mezclas disponibles.
- En todo caso, la proporción estandarizada de Helio en cada mezcla es una proporción mínima. De este modo por ejemplo, un 21/35 llevará al menos un 35% de Helio, hasta un máximo del 79%.

- Finalmente, todas las mezclas se manipularán en situación de ambientes limpios para O<sub>2</sub>, facilitando el mezclado inicial de O<sub>2</sub> y desterrando la posibilidad de contaminación de recipientes y reguladores. Periódicamente se realizarán limpiezas aprovechando las inspecciones periódicas y se realizarán barridos de N<sub>2</sub> o Ar para eliminar todo resto de grasas.

NOTA 1: Existe un vídeo que aunque cruel, ilustra diversos experimentos realizados por la USN con ratas, en el que dos ejemplares sanos son sometidos a una ppO<sub>2</sub> de 3 ATAs. Una de ellas sufre repetidos episodios de convulsiones, confusión, agresividad, etc. hasta que muere en pocos minutos, mientras la segunda rata no presenta ningún síntoma. Otros experimentos, pretendían corroborar si existía tolerancia tras repetidas exposiciones, lo cual también fue descartado.

Mayo de 2.006

