



universidad  
de león



TRABAJO DE FIN DE GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL  
DEPORTE

Curso Académico 2016/2017

ANÁLISIS Y EVOLUCIÓN DE LOS MATERIALES USADOS EN EL  
BUCEO RECREATIVO CON ESCAFANDRA AUTÓNOMA. LA  
SEGURIDAD COMO FACTOR PRINCIPAL

ANALYSIS AND EVOLUTION OF THE MATERIALS WHICH ARE  
USED IN RECREATIONAL SCUBA DIVING. SECURITY AS THE  
MAIN FACTOR

Autor: Héctor Serrano Luis

Tutor: Julio de Paz Fernández

Fecha: 05 de septiembre de 2017

VºBº TUTOR

AUTOR

# ÍNDICE

<b>1. RESUMEN/ABSTRACT .....</b>	<b>2</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>3. OBJETIVOS Y COMPETENCIAS .....</b>	<b>4</b>
<b>4. METODOLOGÍA.....</b>	<b>5</b>
<b>5. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>6. EL BUCEO. CONCEPTO Y CONTEXTO.....</b>	<b>8</b>
<b>7. MATERIALES DESTINADOS AL BUCEO RECREATIVO Y SU EVOLUCIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>7.1. EQUIPO BÁSICO O LIGERO DE BUCEO.....</b>	<b>11</b>
7.1.1. Máscara de buceo .....	11
7.1.2. Aletas .....	13
7.1.3. Tubo respirador o esnorkel.....	14
7.1.4. Traje de buceo.....	15
7.1.4.1. <i>Los trajes del pasado. Las campanas de inmersión.....</i>	<i>16</i>
7.1.4.2. <i>Trajes de buceo actuales.....</i>	<i>16</i>
<b>7.2. EQUIPO AUTÓNOMO O ESCAFANDRA AUTÓNOMA DE BUCEO..</b>	<b>18</b>
7.2.1. Chaleco hidrostático .....	19
7.2.2. Botella de buceo.....	21
7.2.3. Regulador.....	23
7.2.4. Cinturón de lastre .....	25
<b>8. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>26</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>29</b>

## 1. RESUMEN/ABSTRACT

Este trabajo centrado en el análisis de los avances de los materiales usados en los equipos de buceo recreativo, tras definir los conceptos de buceo y submarinismo, se ha buscado información independiente de cada material propio de esas actividades en el ámbito no profesional, estudiando el equipo usado en dos apartados: el equipo básico y el equipo autónomo. En el equipo básico o ligero de buceo se ve la evolución de la máscara, aletas, tubo y traje. En el equipo autónomo o escafandra autónoma de buceo se analiza chaleco, botella, regulador y cinturón de lastre.

El examen del progreso de cada material se hace no tanto desde la perspectiva tecnológica como tratando de valorar su mejora en la comodidad, eficiencia y, especialmente, seguridad, que es en definitiva lo más importante en una actividad centrada en el ámbito recreativo, pero con un riesgo potencial importante por el medio en el que se desarrolla. Y asimismo se intenta determinar la relación de esos aspectos relativos a los materiales con el aumento y auge del buceo recreativo.

Palabras clave: *buceo recreativo, equipo básico de buceo, escafandra, seguridad.*

This work focused on the analysis of the avances of material used in equipements in recreational diving, after defining the concepts of diving and submarine, independant information has been found from each proper material of those activities in the non-professional area studying the equipment use don the two sections: the basic equipment and the autonomus equipment. In the basic equipment or light diving you can see the evolution of the masks, flippers, snorkels and suit. In the autonomus equipment or scuba diving, the vest, the cylinder, the regulator and the ballast belt are analised.

The progress exam of each material is done not only from the technological perspective like trying to value its improvement in confort, efficiency and specially in security which is definitly the most important in an activity focused in the recreative area, but with an important potential risk by the means in which it develops.

You also try to determinate the relationship between those relative aspects of the materials with the increase and boom of recreational diving.

Keywords: *recreational diving, basic diving equipment, scuba diving and security*

## 2. INTRODUCCIÓN

El Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, en el que se establece la ordenación de enseñanzas universitarias oficiales, señala en su artículo 12: las enseñanzas oficiales de grado concluirán con la elaboración y defensa de un trabajo de fin de grado.

Asimismo, la Resolución de la Universidad de León del 16 de abril de 2010, por la que se ordena la publicación del Reglamento sobre Trabajos Fin de Grado de la Universidad de León. El presente documento se plantea como el TFG correspondiente al Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.

El presente trabajo se enmarca dentro de los estudios de Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, en cuyos estudios, durante el último curso termina con la realización del trabajo fin de grado (TFG).

Este documento acerca el buceo recreativo, concretamente sobre el buceo que se realiza con un equipamiento ligero o con la llamada escafandra autónoma, que es lo más utilizado dentro de este ámbito.

La característica principal en base a la que se estructura este trabajo es la realización de un análisis sobre los avances y la evolución, en parte tecnológica, siempre innovadora, y siempre atendiendo a la seguridad del deportista, que ha sufrido cada material usado en el buceo recreativo.

La razón de elegir este tema se relaciona con la importante demanda actual que está tomando la práctica de buceo recreativo, un nuevo mercado e incluso una posible salida profesional; aun teniendo pocas modalidades acuáticas específicas en nuestra formación académica, disponemos de unos conocimientos que perfectamente aplicables a una práctica en el medio acuático y especialmente en el ámbito de la recreación. Creo que es un campo muy interesante para un graduado en ciencias de la actividad física y del deporte.

### 3. OBJETIVOS Y COMPETENCIAS

La elaboración de este trabajo de fin de grado tiene los siguientes objetivos:

- Extraer lo más fundamental del estudio de los materiales básicos usados en la práctica físico-deportiva, aplicado al caso del buceo recreativo.
- Comprender y exponer los cambios más significativos en la evolución de la composición y mejora de cada material, y su relación con la garantía de una práctica más satisfactoria y segura.
- Asentar la capacidad de búsqueda y recolección de información sobre los materiales usados en la práctica físico-deportiva, del buceo recreativo en este caso.

Para ello, me ha servido de gran utilidad una serie de competencias que he ido adquiriendo a lo largo de los cuatro años de estudios del grado de ciencias de la actividad física y del deporte. Entre todas ellas, destaco algunas más directamente relacionadas con el tema que nos ocupa, el estudio de la actividad de buceo:

- “Reconocer y manejar con seguridad los medios y materiales básicos de localización, orientación y equipamientos de protección individual, propios de las actividades de permanencia, progresión o desplazamiento en medio natural”, propia de la asignatura de *Actividades Físicas en la Naturaleza* de primer curso, tal como aparece en la guía docente de dicha asignatura (Guía Docente, 2016a)
- “Manejar las fuentes documentales básicas en el estudio de la Actividad Física y el Deporte y su forma de recuperación”. En el caso del presente trabajo, las fuentes relacionadas con la actividad del buceo y los materiales destinados a una práctica deportiva de ocio. Competencia particularmente asociada a la materia de *Análisis de Datos y Metodología Aplicada*. (Guía Docente, 2016b)

Finalmente, espero asentar las propias asignadas al *Trabajo Fin de Grado*. De manera especial, y también como culminación de la formación alcanzada en estos estudios:

- "Seleccionar y saber utilizar los recursos, instrumentos, herramientas y equipamientos adecuados para cada tipo de persona y de actividad, identificando críticamente y en equipo multidisciplinar el marco adecuado para las mismas." (Guía Docente, 2016c)

## 4. METODOLOGÍA

Para la realización del presente trabajo se han utilizado diversas fuentes de las cuales se ha podido obtener toda la información necesaria.

A continuación, se detalla cómo se ha obtenido la suficiente información para poder conseguir realizar este trabajo de fin de grado.

Para empezar, he realizado distintas búsquedas en bases de datos de libre acceso:

- **PubMed:** se caracteriza por su gran cantidad de artículos fisiológicos referidos a accidentes o lesiones graves provocadas por una práctica no segura. En esta base de datos se realizaron las diversas búsquedas, aunque las que más han aportado al presente trabajo fueron los siguientes términos:
  - *Submarinismo:* se encontraron dos artículos. Ambos trataban asuntos fisiológicos respecto a las enfermedades y los posibles riesgos que puede acarrear mala práctica del buceo.
  - *Scuba diving material:* el resultado fue más variado encontrando artículos y referencias tanto de materiales, hábitat marino, accidentes y acerca de problemas fisiológicos de casos reales.
- **Dialnet:** dentro de esta base de datos no se pudo encontrar ningún artículo adecuado para la elaboración de este trabajo, ya que trata, en su mayoría, sobre la biodiversidad de la fauna acuática. Sin embargo, se hicieron las búsquedas en esta base de datos tuvieron que ser más precisas puesto que aparecían diversas referencias.
  - *Buceo recreativo:* 7 artículos sobre normas/comunicación bajo el agua.
  - *Submarinismo recreativo:* 5 artículos sobre hábitat marino y pesca submarina.
  - *Scuba Diving:* 2 artículos sobre el hábitat de las especies marinas.
- **Andinia:** Si bien esta base de datos tiene multitud de artículos referidos al buceo, no se encuentra nada interesante para este trabajo. No hay artículos dedicados a los materiales usados en el buceo que pueda ser aplicable al ámbito recreativo. Los artículos encontrados versan sobre la seguridad para esta práctica, primeros auxilios, y artículos sobre la natación y su influencia con el buceo.

Al no hallar suficientes referencias para la realización del trabajo en esas bases de datos, se realizó una búsqueda con las mismas referencias en **Google Académico**, que aun no siendo una base de datos científica esperábamos que pudiera aportar información relevante para nuestro objetivo de estudio.

Tampoco se encontró nada relacionado con los materiales propios del buceo.

Si había ciertas tesis de universidades sudamericanas que indagaban sobre la historia del buceo, alguna de ellas utilizada y referenciada en este trabajo.

También se hallaron tesis e incluso Trabajos fin de Grado o Máster de universidades españolas indirectamente relacionadas con nuestro estudio, en tanto que trataban sobre el turismo en España y dentro del mismo la práctica del buceo creciente como atractivo añadido al destino turístico.

El siguiente paso que se dio fue el de la búsqueda en páginas web (**Internet**) sobre la historia, evolución y composición de los materiales usados en el buceo y el submarinismo. Quiérase o no, con una carga acientífica las más de las veces, se encuentra información útil, tanto directa o como redirigida a otros documentos. Así, muchas de esas fuentes “webgráficas”, foros y páginas donde no se referencia invalida mucha información para el trabajo que nos ocupa. Por ello se ha tratado de contrastar la información obtenida en estas webs con la de los **libros publicados** en que se citasen esos autores en Google Libros.

De esta manera, conseguí encontrar libros en los que aparecían reflejados los personajes famosos de cada evolución en la historia de los materiales dedicados al buceo, con información fiable de cada autor, historiadores e inventores ligados al mundo del buceo, su equipamiento y materiales.

Por lo tanto, la principal fuente han sido libros, analógicos y/o digitales. En menor medida, también se ha extraído información de webs más o menos centradas en el mundo del buceo.

## 5. JUSTIFICACIÓN

Los motivos que me han impulsado a realizar este trabajo sobre la evolución de los materiales del buceo y el submarinismo ha sido el gran auge que está tomando éste como actividad recreativa, puesto que en la encuesta realizada por el Consejo Superior de Deportes (2017) se especifica que desde el año 2000 viene siendo una modalidad deportiva que está ganando nuevos practicantes.

Por lo tanto, he creído oportuno indagar la evolución desde los orígenes de cada material usado en la actualidad y cómo éste se ha ido desarrollando a lo largo de la breve historia que tiene esta práctica.

Si bien, el hecho de profundizar acerca de este tema me ha resultado muy complicado, puesto que ha sido poca la documentación que he encontrado y las escasas investigaciones que se han realizado aún en este ámbito, ya que se trata de una actividad que ha comenzado a realizarse desde hace poco tiempo. Esto ha podido ser debido a la creciente y rápida evolución a los que se están viendo afectados los materiales utilizados para ello, ya que la informática, tecnología, biomecánica y las mejoras de los mismos varían con demasiada rapidez.

Por último, quizás el factor más importante, ha sido mi propia experiencia vivida en el mundo del buceo. Si bien es cierto que aún he realizado pocas inmersiones y no me considero un experto ni mucho menos, me ha llamado la atención el descubrir los fondos marinos y la práctica del buceo recreativo. Actualmente dispongo del título más básico que se expide a nivel internacional de buceo llamado Open Water Diver realizando el curso necesario en la localidad de Playa del Carmen, dentro del estado de Quintana Roo, en México.

Mis intenciones en un futuro son las de seguir adquiriendo mayores conocimientos y acumulando experiencias en el mundo del buceo y con el tiempo disponer de un equipo propio completo para efectuar las inmersiones.

## 6. EL BUCEO. CONCEPTO Y CONTEXTO

Dentro de este trabajo, se hace referencia tanto al buceo como al submarinismo. Sin embargo, estos dos términos no significan lo mismo, por lo que surge la necesidad de establecer las diferencias existentes entre ellas.

La R.A.E. (Real Academia Española), define *buceo* como “acción de bucear”. Esta definición me obliga a buscar la palabra bucear, la que según la R.A.E. se define como “nadar con todo el cuerpo sumergido”. En base a esta definición no se indica en qué espacios, por lo que puede abarcar cualquier superficie o espacio acuático. Tampoco especifica si el cuerpo debe de estar equipado con material específico.

En cuanto a la palabra *submarinismo*, la R.A.E. la define como “conjunto de las actividades que se realizan bajo la superficie del mar, con fines científicos, deportivos, militares, etc.”. En esta definición ya establece la obligación de realizar una inmersión en un espacio marítimo. Puesto que lo que quiero es extender y documentar la información acerca del buceo de recreación, en el presente documento de ahora en adelante no lo denominaré submarinismo, sino que lo denominaré buceo.

También se encuentran diferencias entre las distintas modalidades distintas de buceo, pudiendo distinguir entre un buceo recreativo y buceo profesional o deportivo.

Dentro del *buceo recreativo* se encuentran dos modalidades, el *buceo en apnea* (o buceo libre, sin ningún tipo de equipo) y el *buceo con escafandra autónoma*, en el cual es requisito indispensable el uso de una botella de aire comprimido para poder permanecer más tiempo en el agua con una excelente libertad de movimiento.

En el *buceo profesional o deportivo* se realizan actividades como la fotografía submarina o la pesca submarina. Para ambas actividades necesitan tener la credencial necesaria y los conocimientos adecuados. Por lo general esta disciplina alcanza profundidades mayores que la recreativa.

Dadas las explicaciones, he decidido circunscribir el estudio a los avances de los materiales usados para el buceo en el ámbito recreativo y de ocio con un equipo básico y/o escafandra autónoma. Por lo tanto no se tratarán sobre los materiales usados con fines militares, científicos, profesionales, ni de cualquier otra índole. Estableciéndose de esta forma, que en adelante en este documento nos refiramos al

término buceo como actividad de recreación y de ocio, lo que hemos llamado *buceo recreativo*.

El término *scuba diving* que aparece en la metodología, significa buceo con escafandra autónoma. Dicho término ha sido el utilizado para realizar la búsqueda de información (artículos, revistas, libros, etc.) acerca de los materiales destinados a este tipo de buceo, ya que se necesitan más materiales que para el buceo en apnea.

## 7. MATERIALES DESTINADOS AL BUCEO RECREATIVO Y SU EVOLUCIÓN

Sin duda, el buceo recreativo está tomando gran auge que a nivel mundial. Orams (1999) señala el *buceo autónomo* (inmersiones con el uso de chaleco hidrostático, botella de aire y regulador) y el *snorkeling* (buceo en la superficie con máscara y tubo respirador o snorkel) como las actividades de buceo más populares en el ámbito del turismo. Desde la realización del estudio hasta hoy en día ha experimentado un crecimiento progresivo. Incluso aún mayor en estos últimos años más recientes.

Para la realización de la práctica del buceo recreativo con escafandra autónoma es necesaria la utilización de ciertos materiales como el chaleco, la botella y el regulador, que nos ayuden a permanecer el mayor tiempo posible dentro del medio acuático.

Si bien, se puede hacer inmersiones sin material o mínimamente equipado (como mucho un equipo básico o ligero), denominado apnea, o citado snorkeling, este tipo de buceo se realiza en la mayor parte del tiempo en la superficie acuática con gafas y el tubo respirador, pudiendo descender una pequeña distancia tan sólo con el aire que la persona sea capaz de retener en los pulmones y purgando el tubo cuando consiga ascender hasta la superficie.

Los siguientes apartados se dividen en dos partes, en función del material usado para cada buceo, puesto que no es lo mismo realizar un buceo superficial que uno que implique alcanzar cierta profundidad en el medio acuático.

Para el primero, solamente se requiere de un material básico, el cual se compone de la máscara de buceo, el tubo respirador y las aletas. También se puede complementar con el traje de buceo, que permitirá prolongar la actividad ya que realiza la función de aislante térmico.

En el segundo apartado se destinará a describir los avances logrados en los materiales con el fin de garantizar una práctica segura en las inmersiones de larga duración, para ello es necesaria la utilización del chaleco hidrostático, la botella de oxígeno y el regulador. También se puede complementar mediante el cinturón de lastre, el cual aporta al buceador del peso adecuado para compensar la flotabilidad neutra del buzo dentro del agua y, de esta manera, disfrutar de una práctica cómoda y segura.

## 7.1. EQUIPO BÁSICO O LIGERO DE BUCEO

El equipo básico o ligero de buceo consta de los materiales necesarios para bucear cerca de la superficie, en el cual, aún no se hace uso de la escafandra autónoma para optimizar así el tiempo de la inmersión.

Debido a la ley de Boyle-Mariotte, donde la capacidad pulmonar se reduce a medida que se desciende en el medio acuático, con el uso de este equipo sólo se pueden descender pocos metros ya que nuestro organismo, en especial nuestro sistema respiratorio, no está preparado para bucear.

### 7.1.1. Máscara de buceo

La máscara de buceo es también denominada como *gafas de buceo*. Simplemente hace referencia al aparato que nos permite visualizar y enfocar de forma correcta a los ojos humanos en un medio acuático.

Posiblemente la máscara de buceo sea el material más importante dentro del equipo básico o ligero de cualquier buceador. Nuestro sistema ocular no está preparado para enfocar de manera correcta bajo el medio acuático. Por este motivo es necesario crear una cámara de aire entre el agua que nos rodea y nuestros ojos mientras se realiza la práctica de buceo.

El dato más antiguo respecto a las máscaras de buceo data del siglo I, en el que según Plinio el Viejo, “los buceadores antiguos se llenaban la boca de una esponja empapada de aceite para soltarlo luego, poco a poco, mientras nadaban sumergidos tratando de mejorar la visión bajo el agua, ya que el aceite, extendiéndose ante los ojos del buceador, modifica el índice de refracción del agua, que es muy parecido al del humor vítreo que baña el globo ocular, y, por lo tanto, causa de que la visión con el ojo desnudo sea muy defectuosa bajo el agua” (Ribera, 1998).

Según relata Ibn Battuta: “Cuando uno de los buzos quiere bajar, coloca algo sobre su rostro hecho de cáscara de tortuga, donde se corta un lugar para la nariz; Luego ata una cuerda alrededor de su cuerpo y baja. El tiempo que permanecerán bajo el agua varía; Algunos permanecerán una hora, otros dos, otros menos. Cuando los buceadores llegan al fondo del mar, encuentra las conchas firmemente fijadas en la arena entre los árboles de coral. Luego los arranca con las manos, o los corta con un cuchillo de hierro, y los pone en una bolsa de cuero que cuelga a su cuello”.

El relato del que está hablando Ibn Battuta transcurre en 1331, donde los buceadores árabes se adentraban en las profundidades del océano Índico para obtener perlas marinas a orillas del golfo Pérsico. (Ibn Battuta., 2013)

Ese hecho también lo manifiesta Ribera (1998), quien además relata el caso de los buceadores polinesios: “los lentes submarinos de los polinesios están formados por un armazón de madera provisto de una lámina transparente de carey u otras conchas de tortugas marinas”. En estas gafas de las que habla Ribera disponían de una lente para cada ojo.

De acuerdo con Ribera (1998), en 1936 se empezaron a fabricar en Francia unas gafas binoculares, denominadas *Fernez*, que protegían los ojos de las aguas marinas, pero eran muy incómodas ya que se incrustaba en las órbitas por la presión del agua.

Poco tiempo después, Alec Kramarenko construyó una máscara de un solo vidrio e insuflaba aire dentro de la misma para evitar que la presión dañase las órbitas oculares. Sin embargo, estas máscaras no llegaban a tapar la nariz, por lo que tenían que cerrar las fosas nasales con unas pinzas durante las inmersiones.

Posteriormente, surgieron unas gafas con gomas elásticas a cada lado que liberaban de manera automática la presión que se creaba en su interior.

Por último, la solución final fue la creación de una máscara que ocupase tanto los ojos como la nariz.

En la actualidad, se usan las gafas con cristales contruidos con vidrio templado, que son los que más aguantan, ni se empañan y ni se rallan con tanta facilidad.

También se recomienda que la parte que se mantiene en contacto con la cara y se adhiere a ella en todo momento sea de silicona, evitando así cualquier material que en contacto con la cara pueda ocasionar alguna lesión, ya que hay que tener en cuenta que a medida que se desciende en el medio acuático, aumenta la presión, lo que provoca que las gafas se adhieren más a la cara, generando así una mayor presión en el aire existente en un interior. La utilización de un material como la silicona aumenta la seguridad y comodidad a la hora de realizar una inmersión.

Los cristales actuales también se fabrican con una pequeña inclinación, lo que facilita la expulsión del agua que se pueda introducir dentro de ellas, generando un aumento del campo de visión.

### 7.1.2. Aletas

Las aletas que usamos para realizar buceo o natación es un artefacto que, gracias a la morfología de nuestro tobillo, nos da la opción de optimizar la propulsión y la estabilidad de la batida de pierna dentro del medio acuático debido a que proporciona un alargamiento de la extremidad inferior.

Las primeras apariciones conocidas de unas aletas, según Ribera (1998), se dieron en el Renacimiento, época en la que tanto Leonardo Da Vinci como posteriormente Borelli diseñaron bocetos en los que se aprecian a nadadores propulsados de unos materiales muy parecidos a los usados actualmente. Sin embargo ambos diseñaron un prototipo ligeramente diferente. Leonardo Da Vinci representaba unas aletas pero para introducir las manos. Por el contrario, Borelli las diseñó para la extremidad inferior, pero con garras. La idea de Borelli era simple, puesto que el material usado para la inmersión era muy pesado, el buceador llegaba a hundirse y se desplazaba en el fondo marino andando, lo que estas aletas ideadas por él ayudaban a un mayor agarre en el fondo y mejoraba la capacidad de andar anclados en el fondo.

Según Ribera (1998), las primeras aletas fueron patentadas por Louis de Corlieu en 1933.

Posteriormente, Owen Churchill estudió y mejoró su diseño, probándolas en nadadores de categoría como Johnny Weissmuller, famoso por interpretar a Tarzán hasta en doce películas, y Buster Crabbe.

Sin embargo, Churchill descubrió que las aletas ya estaban patentadas por De Corlieu, por lo que se vio obligado a pedirle una licencia para fabricar sus propias aletas. Fue tal el éxito obtenido que llegó a pagar más de cien mil dólares a De Corlieu en los primeros veinte años por concepto de derechos.

En la actualidad, ha variado mucho de aquellas aletas de Louis de Corlieu y Owen Churchill. Hoy en día existen básicamente dos tipos de aletas, *regulables* y *calzantes*.

Las *aletas regulables* son aquellas que disponen de un mecanismo para ajustar la aleta a la morfología del pie.

Las *aletas calzantes* son de una sola pieza donde existe una cavidad conformada de un material elástico, en la que se introduce el pie.

En el ámbito del buceo recreativo es más conveniente el uso de las aletas regulables, puesto que son más cómodas y más seguras que las calzantes. También aportan una mayor duración, ya que algunas calzantes se fabrican con materiales que a lo largo del tiempo pueden llegar a deformarse la cavidad elástica que cubre el pie.

En cuanto a las medidas de las aletas existen diferencias en función del tipo de buceo que se pretenda efectuar.

Las aletas usadas para realizar un buceo superficial o snorkeling de corta duración son muy largas en relación a su anchura, consiguiéndose una gran eficacia en la propulsión, otorgando de esta manera mayor velocidad que potencia.

Sin embargo, las aletas destinadas a una inmersión con el equipo autónomo son más anchas en relación a su longitud y con cierta rigidez en los extremos de la pala, lo que otorga al buceador mayor potencia que velocidad.

También existe una gran diferencia entre la longitud de las palas de las aletas. No quiere decir que unas sean mejores que las otras, sino que simplemente, hay que elegir la longitud en función de la altura de cada persona, para que la batida sea más eficaz y no se desperdicie fuerza por parte del buceador para poder avanzar correctamente.

Por último, en cuanto a su material de fabricación, existen dos modelos: todo de goma (tanto la parte calzante como la pala está hecho de goma de neopreno) o compuestas (la parte calzante está hecha con goma de neopreno y la pala con un material plástico).

Las ideales para el buceo recreativo son las compuestas, que en la actualidad de componen de caucho para la parte calzante de la aleta y de caucho termoplástico en la parte de la pala.

### **7.1.3. Tubo respirador o esnorkel**

El tubo respirador o esnorkel es un instrumento con forma de J que se requiere en la práctica de la natación y en el buceo. Por lo general es un cilindro de plástico hueco por dentro que sirve para respirar en el medio acuático sin necesidad de sacar la cabeza fuera del agua para inhalar aire.

El tubo respirador o esnorkel es más utilizado dentro del buceo de apnea, ya explicado anteriormente, donde el buceador no llega a sumergirse, aprovechando el tubo para no tener que respirar fuera de la superficie constantemente mientras explora el fondo acuático.

Sin embargo, también se utiliza en el buceo con escafandra autónoma para ahorrar aire de la botella de oxígeno mientras el buceador se encuentra en la superficie, pudiendo así nadar largas distancias sin consumir oxígeno que más tarde se consumirá en las profundidades y poder, de esta manera, optimizar el tiempo de inmersión.

Pero no siempre se ha utilizado un tubo como el actual. Según cuenta Ribera (1998) “muchos soldados norteamericanos salvaron sus vidas gracias a este sencillo procedimiento durante la guerra de Corea. Acosados por los japoneses, se vieron obligados a tenderse en las someras aguas de unos arrozales, pero al hundirse completamente en ellas, no les quedó otro remedio que utilizar cañas huecas para poder respirar”.

Este hecho no significa que hayan sido los primeros en utilizar este método, de hecho, seguramente antiguos pescadores ya utilizasen cañas de azúcar u otros artilugios para lograr respirar estando en decúbito supino en el medio acuático.

Hoy en día, el avance más importante en el esnorkel de buceo es un simple dispositivo que implica el cierre de la entrada de aire cuando se sumerge en el agua, impidiendo la entrada del líquido dentro del tubo, lo que nos obligaría a purgarlo para no atragantarnos con esa agua.

#### **7.1.4. Traje de buceo**

Si bien nombramos el traje de buceo como un material dentro del equipo básico o ligero de buceo, más bien se trata de un material complementario, puesto que se utiliza para prolongar la práctica del buceo lo máximo posible ya que funciona de calentador térmico, produciendo así un aislante térmico a las temperaturas acuáticas.

El traje es aconsejable usarlo en el buceo, puesto que a medida que descendemos, la temperatura del agua va bajando. Además, también nos sirve de protector, ya que de no usarlo, la piel se mantendría expuesta a cualquier peligro o roce dentro del agua, como puede ser el contacto con algún animal que nos pueda causar problemas en la piel o incluso el roce con rocas o sedimentos en el interior del medio acuático.

#### **7.1.4.1. Los trajes del pasado. Las campanas de inmersión.**

Lo que hoy conocemos como los trajes de buceo son unos de los aspectos más relevantes en cuanto a la evolución que ha tomado el buceo en los últimos siglos.

Antiguamente las personas tenían que descender al medio acuático mediante unas campanas conectadas al exterior por tubos a la superficie.

La primera de la que se tienen datos es la diseñada por Gigliemo de Lorena en 1531: "Campana ideada para la utilización del rescate de las naves de recreo de Calígula que se habían hundido en el lago Nemi, al sur de Roma. Poseía cadenas para subir y bajar, arnés y ventana para exploración". (Miranda Zúñiga, 2015)

Calígula fue un emperador romano que mandó construir unos barcos lujosos y tras su muerte, el Senado de Roma mandó destruir todas sus obras. Posteriormente unos buceadores consiguieron recuperar la gran parte de materiales restantes que se encontraban en el fondo del lago Nemi, a unos 30 kilómetros de Roma.

Una campana era un aparato cilíndrico que se hundía en el agua por su propio peso, en cuyo interior se metía un hombre. El objeto de introducirse con estos aparatos en el medio acuático no es otro que el de mantener la respiración bajo el agua, ya que su estructura permite que el agua no entre en su interior, proporcionando un suministro de oxígeno a la persona que se encuentra en su interior mientras se encuentra debajo del agua. Seguramente fue el primer método que usaron para conseguir profundidad en el medio acuático.

A finales del siglo XVII, aparece la campana de Halley, donde consta que "una campana fue enviada al fondo y, luego de ser comprobada, el asistente sobrevive del aire atrapado en la campana, y el buzo llevando en la cabeza otra "campana de buceo" más pequeña, podría hacer su camino un poco alrededor hasta el punto de que el tubo suministre el aire a la campana". (Ptak, 2017)

#### **7.1.4.2. Trajes de buceo actuales**

Puesto que este trabajo se centra en el ámbito recreativo y pretende omitir el fin militar, el traje más parecido al que se utiliza en el buceo recreativo a día de hoy llega en 1951 de la mano de Hugh Bradner, fabricándolo a partir del material llamado hoy en día neopreno, quien era el encargado de introducirse en aguas frías para fabricar

artilugios militares. Tras varios inventos se dio cuenta que el agua que se introducía dentro de un tejido era calentada por el mismo cuerpo del buceador, por lo que su objetivo primordial fue inventar algo que hiciese que esa agua no se renovase de manera continuada.

“Su objetivo era sencillo, Bradner escribió que los trajes no necesitan ser estancos si el aislamiento térmico se obtiene por el aire atrapado en el material del traje. El buzo no tiene que ser seco para mantener el calor. Él comenzó a probar los modelos de traje húmedo en el otoño de 1951”. (Rainey, 1998).

Actualmente existen distintos tipos de neoprenos, fabricados a raíz de los diseñados por Bradner, para facilitar el buceo con sus diferentes fines o condiciones.

- ✓ **Traje seco:** el traje se cierra en las articulaciones. Se caracteriza porque el agua no entra en el interior del traje, creándose una capa de aire completamente seca. Es aconsejable su uso para lugares muy fríos. El buceador puede controlar su flotabilidad introduciendo y expulsando aire del interior del traje mediante un sistema de válvulas.
- ✓ **Traje semisecco:** son trajes de cuerpo entero pero tiene cierres en axilas e ingles, por lo que los brazos y las piernas se llegan a mojar.
- ✓ **Traje húmedo:** en este caso el agua penetra en el interior del traje. Esta agua se calienta por el contacto con el cuerpo del buceador sirviendo de aislante térmico. Se aconseja usar en ambientes más cálidos que los anteriores.

También es importante el espesor de los trajes de neopreno usados por los buceadores, teniendo en cuenta que cuanto más espesor, mayor protección térmica, aunque también aumenta la incomodidad del traje. Por lo general, el espesor consta de 7 milímetros, aunque tiende a ser mayor en la parte torácica del traje.

El material con el que se fabrican estos trajes en la actualidad es el neopreno ultraelástico, que garantiza un ajuste perfecto sin llegar a crear una compresión excesiva en ninguna parte del cuerpo, proporcionando así una seguridad y comodidad a la hora de efectuar una inmersión prolongada, así como un aislante térmico excelente.

## 7.2. EQUIPO AUTÓNOMO O ESCAFANDRA AUTÓNOMA DE BUCEO

Si bien el equipo básico o ligero de buceo sólo permite apneas o snorkeling superficiales como se ha mencionado anteriormente, gracias al equipo autónomo podemos descender en las profundidades acuáticas durante un mayor periodo de tiempo sin la necesidad de tener que subir a la superficie para la obtención de aire, debido a que mediante el conjunto de los materiales que explicaremos a continuación se hace posible que los seres humanos podamos respirar artificialmente bajo el agua.

El equipo autónomo se estructura de la suma de sus tres materiales principales: *chaleco hidrostático*, *botella de buceo* y *regulador*; y un material complementario: el lastre.

El chaleco hidrostático va unido al cuerpo del buceador, la botella de buceo se sitúa en la parte posterior del chaleco de forma que la carga esté bien colocada para aliviar la espalda de la mejor manera posible cuando se ha transportar fuera del agua. El regulador se encaja en la parte más alta de la botella de aire, permitiendo de esta forma conseguir llevar mediante un conducto el aire de la botella hasta nuestra boca.

La falta de alguno de esos tres instrumentos impediría la práctica del buceo recreativo con total seguridad.

La principal ventaja que ofrece un equipo autónomo es la respiración subacuática sin ninguna alteración en el volumen pulmonar, como bien explica De Vicente (1977), “el comportamiento del pulmón es diferente según se practique el buceo a pulmón libre, o con escafandra.

Aunque en ambos casos el aire contenido en la cavidad torácica aumenta de presión, según la profundidad, en el buceo a pulmón libre el volumen pulmonar disminuye, mientras que en el buceo con escafandra el volumen pulmonar permanece constante”.

Como hemos mencionado anteriormente, posiblemente la escafandra autónoma tiene su origen en las primeras campanas de buceo en los siglos XVI y XVII, pudiendo de esta forma mantener la respiración bajo el agua hasta que se acabase el oxígeno guardado en ella. Sin embargo, la utilización de mangueras para respirar o el hecho de volver dentro de la campana para volver a poder respirar de nuevo dificultaban mucho

la libertad de movimiento, por lo que tuvieron que seguir avanzando en la fabricación de materiales que hiciesen posible una inmersión más cómoda.

Una de ellas fue la utilización de un casco con una manguera desde el exterior por la cual respiraba gracias al oxígeno del exterior (Fréminet, 1784, citado en Fisiologi.com, 2017)

“En 1862, el francés Cabriol creó algunas modificaciones, como un casco con cuatro mirillas de cristal, una válvula para evacuación del aire viciado, posibilidad de aumentar o reducir el volumen dando entrada o expulsando aire dentro del traje, debiendo ser manejado desde dentro, a través de prensaestopas, y es posible que a través de las articulaciones penetre el agua”. (Diccionario Enciclopédico Espasa, 1978)

A partir de este momento, se crean y se desarrollan otros modelos más relacionados con fines bélicos que con fines recreativos (como la aparición de un buzo con equipamiento parecido al de los astronautas que pueden descender hasta los 300 metros de profundidad).

Sin embargo, en el mundo del buceo recreativo, hemos de señalar la figura de Jacques Yves Cousteau, quien se dedicó a diseñar la escafandra autónoma conocida hoy en día.

De entre sus escritos, destacamos “Calypso”, “The Living Sea” y “The ocean world”, las cuales han fomentado el ámbito lúdico de esta práctica, con la finalidad de descubrir las maravillas que se encuentran en las profundidades marinas y la diversidad de especies que se pueden observar en estas aguas.

Aunque es el principal precursor del regulador llamado aqualung que revoluciona el mundo del buceo, no escribe sobre los materiales que usa o que innova, sino que todas sus obras se basan en la sucesión de relatos que vive bajo el agua, describiendo los entornos y las diversas especies marinas.

### **7.2.1. Chaleco hidrostático**

El chaleco hidrostático que utilizamos en el buceo tiene dos funciones: transportar la botella de aire de una manera cómoda en nuestra espalda tanto dentro como fuera del agua y ayudar a conseguir una flotabilidad óptima en la inmersión gracias a la manguera de baja presión del regulador, pudiendo hinchar y deshinchar el chaleco a

nuestro antojo para ascender o ganar profundidad bajo el agua o para flotar en la superficie.

Estos chalecos también disponen de la opción de hincharlos a pulmón por una vía para no gastar aire de la botella, que tan preciado será una vez que estemos en plena inmersión.

Algunos chalecos también disponen de bolsillos donde se podrán guardar objetos importantes para la inmersión, como el lastre para ayudar a vencer la flotabilidad, linternas o cualquier otro objeto que necesitemos depende de la práctica que se quiera realizar.

Un inventor americano llamado Cato Mc Keen en 1863 diseñó el primer compensador de flotabilidad para un buceador. Según Hydronauta.com (2017) “éste iba sujeto al depósito de aire, y su funcionamiento es descrito por el propio inventor: si el buzo desea ascender, abre el grifo y el aire entra en el interior de los flotadores y, al inflarse, el buzo es llevado a superficie con todo su equipo”. De todas formas, se desconoce la composición y tamaño del aparato.

Otro modelo de chaleco hidrostático más parecido al usado en la actualidad se fabricó en 1961, año en que Maurice Fenzy, fundador y propietario de la empresa Fenzy, patenta un dispositivo inventado por el grupo de investigación submarino de la marina francesa. El dispositivo incluye una bolsa inflable con un pequeño cilindro adjunta de aire comprimido. Se convierte rápidamente en el primer éxito comercial compensador de flotabilidad. En pocos años, los buceadores de toda Europa están usando "Fenzys." (Scubadiver.cc, 2017)

Estos chalecos rápidamente pasaron a denominarse ABLJ (Adjustable Buoyancy Life Jacket), o lo que es lo mismo, chaqueta ajustable de flotación. Hoy en día los diseños han mejorado mucho y se fabrican con mejores materiales, pero todos han seguido la línea de aquel primer chaleco fabricado por la empresa Fenzy.

El chaleco facilita los cambios de posición del cuerpo bajo el agua, de modo que se pueda disfrutar de la inmersión con total comodidad.

Bajo ese mismo prisma la principal característica de un chaleco de buceo es la flotabilidad que aporta, que permite más estabilidad en la superficie y un mayor equilibrio durante el desplazamiento tanto en la superficie como en inmersión.

Asimismo, la seguridad del buceador se acrecienta, ya que este tiene la opción de ajustarse y ceñirse a las características del cuerpo del buceador, lo que implica minimizar el esfuerzo para desplazarse dentro del agua.

### **7.2.2. Botella de buceo**

Se trata del recipiente que almacena la composición de gases que respiramos en una inmersión. Suele ser de acero o de aluminio y dicha composición varía en cuanto al tamaño de la botella

Este es un material muy importante, ya que toda la práctica subacuática se produce gracias a la respiración mediante la botella de aire que cargamos en nuestra espalda. Cuando el indicador de la botella muestre que la cantidad de aire que se encuentra en su interior está próxima a alcanzar la reserva de aire, se deberá ascender hasta la superficie acuática por la seguridad de los buceadores. En el interior de la botella se almacena el aire a alta presión para poder introducir mayor cantidad y que nuestras inmersiones sean más prolongadas, pero no respiramos directamente este aire, sino que gracias al regulador podemos respirar el aire tal y como es necesario cuando estamos en medio de una inmersión.

Considero el origen de la botella de aire desde el momento en que desaparece un aporte de oxígeno externo para mantener la respiración a los buceadores que estaban en el fondo acuático, sirviéndose así los buceadores únicamente del aire almacenado en depósitos que pueden ser introducidos en el agua

“En 1860, Benoit Rouquayrol y el teniente de marina francés Auguste Denayrouze habían patentado un aparato compacto que un buzo podía llevar en su espalda sin ningún otro equipo especial. Consistió en un tanque horizontal hecho de hierro fundido lo suficientemente fuerte como para llevar unos minutos de aire a baja presión, que podría ser rellenado a través de una manguera de la superficie. La brillante de esto era que el tanque podía ser brevemente desacoplado de la manguera de aire, lo cual le dio al buceador un sabor de libertad bajo el mar”. (Matsen, 2009). Este hecho aportaba una seguridad extra a los buzos que descendían con la colaboración de las mangueras externas para evitar algún posible problema con la manguera, como una obstrucción o una pequeña avería. Dicho depósito permitía efectuar las maniobras subacuáticas necesarias para ascender en cuestión de pocos minutos con una pequeña reserva de aire.

“El primer sistema de circuito cerrado apareció en Inglaterra en 1879, cuando Henry Fleuss desarrolló un sistema de respiración subacuático que empleaba un depósito de oxígeno que permitía que el gas exhalado se llenara de oxígeno, limpiándolo de dióxido de carbono”. (Ruppé and Barstad, 2015). Para ello, Fleuss introdujo cambios en la estructura del material del buceador, empezando por un casco con doble pared donde se acumulaba ese oxígeno.

“El problema, era decidir cuándo girar la válvula de control para liberar el oxígeno del depósito en la doble pared del casco en el interior para enriquecer el aire agotado. Un error podría ser fatal. Demasiado oxígeno de baja presión entregada a los pulmones y la sangre podría causar convulsiones e incluso la muerte”. (Matsen, 2009).

Este hecho se denomina en la actualidad el Síndrome de descompresión. Según Gonzalez, J. G. (1988), “el nitrógeno diluido en la sangre y en los tejidos se convierte en burbujas que van a obstruir vasos sanguíneos en diferentes regiones del organismo o se pueden presentar embolias aéreas al romperse pequeños capilares del pulmón por donde pasa el aire al torrente sanguíneo”. Esta enfermedad puede ocasionar la disminución de la circulación de la sangre. La zona con mayor peligro en la que puede actuar es la médula espinal, pero también puede ocasionar serios problemas en el cerebro, cerebelo y el oído interno. La forma más segura de evitar estos riesgos es la ejecución correcta de los tiempos de descanso en el ascenso a la superficie. Mediante dichos descansos se producen todos los cambios necesarios en el organismo para volver a la superficie en plenas consciencias.

Gracias al invento de Henry Fleuss, en 1880 un buzo consiguió nadar en un túnel inundado construido bajo el río Severn en Inglaterra para cerrar una puerta atascada. Su diseño era muy sencillo. De hecho, una de las limitaciones que encontraba este sistema era la poca profundidad que permitía alcanzar al buceador. (Nuckols and Tucker, 1996)

Posteriormente, en 1918 el japonés Ohgushi diseña otro equipo autónomo. Su sistema disponía de un cilindro de suministro de aire que el buceador portaba en la espalda. El buzo controló el suministro de aire activando el flujo de aire en la máscara con los dientes del buzo. (Edmonds et al., 2015). De esta forma, ya comenzaron a utilizar unos sistemas muy similares a los usados actualmente y que posteriormente perfeccionaría Jacques-Yves Costeau y Emile Gagnan. En este invento, según parece todavía

descendía el buzo con ayuda de conductos que facilitaban aire de la superficie aunque sólo fuera por aportar mayor seguridad.

Más adelante en el tiempo, en 1926, el capitán francés Yves le Prieur usó un tanque de acero para mantener el aire comprimido en la parte trasera de un buzo, pero no usaba un regulador como se entiende hoy en día, sino que utilizaba un grifo que fluía libremente en lugar de un aparato bajo demanda y tenía que encenderse y apagarse a mano. (Reed, 2009)

En el caso del invento de Yves le Prieur, es verdad que supone un gran avance ya que según explican las fuentes, es el primer aparato que no necesita el uso de ningún suministro del aire del exterior de la superficie. Sin embargo, su regulador carecía de un detalle importante y es que era el propio buceador quien tenía que suministrarse la cantidad adecuada de aire, lo que resultaba molesto y peligroso.

El mayor logro dentro de la botella de oxígeno llega de la mano del que es considerado a día de hoy el padre del buceo recreativo. “En 1942 y 1943, el teniente naval francés Jacques-Yves Cousteau y el ingeniero Emile Gagnon desarrollaron una unidad reguladora de válvula de demanda acoplada a un par de cilindros de aire comprimido de alta presión. La unidad era ligera y sencilla. La invención permitió que los buceadores fueran completamente autónomos bajo el agua, libres de mangueras de aire y superficiales suministradas de superficie”. (Pontbriand, 2012)

De esta forma, gracias a una combinación entre una mejora de la composición de los gases de la botella y un regulador que ofrecía la demanda óptima requerida por el buceador, nace el invento que revoluciona el mundo del buceo recreativo.

### 7.2.3. Regulador

El regulador es el aparato que forma parte del equipo autónomo de buceo que administra el aire que el buceador necesita en cada momento, puesto que no siempre se requiere la misma cantidad de oxígeno. Estas cantidades varían en función a la presión, profundidad o alteración de la respiración del buceador.

Un regulador está formado por:

- **Primera etapa:** esta parte es la que se conecta a la botella de gas mediante un manorreductor, la cual reduce la presión del aire almacenado en la botella para

que la pueda inhalar a la debida presión que se encuentra el buceador desde la segunda etapa.

- **Segunda etapa:** se compone de dos mangueras que suministran oxígeno desde la primera etapa. Estas dos mangueras son las que los buceadores se introducen en la boca para respirar bajo el agua. Una es para el buceador, conocida como regulador primario, la otra es para proporcionar a un compañero si se ve falta de oxígeno o a uno mismo en el caso de que la primera manguera deje de funcionar.
- También existen otras dos mangueras con distintos instrumentos, una de baja presión para inflar el chaleco y otra en la que viene incorporado un manómetro que nos indica la cantidad de aire que nos queda en la botella y la profundidad a la que nos encontramos.

Benoit Rouquayrol y Auguste Denayrouze diseñaron un regulador importantísimo en 1867, algo que facilitó enormemente la práctica del buceo. Según Marx (1990), su mecanismo era el siguiente:

“La característica más innovadora del traje de buceo Rouquayrol-Denayrouze era un accesorio al reservorio de aire que regulaba la cantidad de aire que pasaba por el tubo que conducía a la boca del buzo. Este regulador contenía una membrana que era sensible a la presión del agua exterior. A medida que aumentaba la presión, la membrana hacía que una válvula deje que el aire penetre en el traje del buceador a igual o mayor presión. El regulador enviaba aire a la boquilla del buzo sólo cuando éste tomaba aliento, en lugar de hacerlo constantemente, de modo que no se desperdiciaba nada de aire. Un mecanismo muy preciso, el regulador de membrana fue el dispositivo más importante en el desarrollo de la moderna SCUBA”.

La solución al problema que se encontró Ives Le Prieur, quien no consiguió idear un regulador que controlase automáticamente la demanda del aire que necesitaba el buceador, la encontraron tan sólo 10 años más tarde, considerándose el gran avance en el mundo del buceo y siendo los nombres más famosos dentro de este ámbito.

“En 1942 y 1943, el teniente naval francés Jacques-Yves Cousteau y el ingeniero Emile Gagnon desarrollaron una unidad reguladora de válvula de demanda acoplada a un par de cilindros de aire comprimido de alta presión. La unidad era ligera y sencilla. La invención permitió que los buceadores fueran completamente autónomos bajo el agua, libres de mangueras de aire y

superficiales suministradas de superficie. Los buceadores podían nadar bajo el agua en vez de tener que caminar en la parte inferior como los buzos pesados del sombrero duro de la época. En enero de 1943, Cousteau probó la unidad en el río Marne cerca de París. Después de algunas modificaciones más, patentó el Aque Lung. La nueva invención revolucionó el mundo submarino. Cousteau, ese mismo año, hizo más de quinientas inmersiones.” (Pontbriand, 2012)

Si bien es cierto que he vuelto a señalar el mismo invento que en el caso de la botella de oxígeno es porque, aunque sean dos materiales distintos, son complementarios debido a que no se podría dar la realización de la práctica del buceo sin uno de ellos. Estos dos instrumentos son los que han hecho posible que se lleve a cabo la práctica del buceo recreativo en todo el mundo.

#### 7.2.4. Cinturón de lastre

El cinturón de lastre consiste, por lo general, es un cinturón fabricado con nylon en el cual se añaden piezas de plomo o cualquier otro material pesado. Normalmente, cada pieza suele ser de uno o de dos kilogramos.

Conviene señalar antes de seguir hablando del cinturón de lastre que es muy importante que el buceador domine a la perfección el cierre del cinturón por si en algún momento debe librarse de él para subir a la superficie con mayor facilidad, lo que se conoce como zafado rápido (realizando las paradas necesarias en el ascenso para no sufrir el Síndrome de la Descompresión).

El buceador necesita de este cinturón debido al Principio de Arquímedes, que afirma que todo cuerpo dentro de un fluido experimentará un empuje vertical hacia arriba igual al peso del fluido desalojado. Por lo que el cinturón ayudará al buceador a vencer este empuje, pudiéndose así sumergirse más fácilmente en el medio acuático.

Hoy en día existen chalecos con bolsillos especiales para introducir el lastre y no tener que depender de los cinturones.

Sin embargo, el hecho de introducir el peso en el chaleco en lugar de usar el cinturón provoca un traslado más incómodo de la unidad autónoma antes y después de realizar las inmersiones. Otro inconveniente es que en el caso de que tenga que desprenderse del peso para agilizar su vuelta a la superficie es un proceso más lento el que tenga que ir quitando los pesos de los bolsillos uno a uno.

## 8. CONCLUSIÓN

En función del principal objetivo de este trabajo, señalar los cambios más significativos que han mejorado en cada material y en su composición, se puede observar cómo, a lo largo de los pocos años que se lleva practicando el buceo recreativo, se han ido modificando los materiales con el fin de conseguir una **práctica más segura y confortable** a aquellos que deseen introducirse en este ámbito físico-deportivo.

Es conveniente resaltar que los materiales utilizados para la realización de una apnea poco profunda o en el ámbito más básico de la recreación como es la realización del snorkeling (máscara, tubo y aletas), son los primeros que aparecen a lo largo de la historia, siendo los más actuales los materiales del equipo autónomo (chaleco, botella de oxígeno y regulador), que son los que permiten un mayor tiempo de inmersión.

Cabe destacar también que esta evolución de la que se ha hablado, en la mayoría de los casos es muy actual, lógico ya que la práctica del buceo recreativo es relativamente reciente. Esto también conlleva a que los materiales sigan en constante evolución, por lo que es muy probable que en un futuro cercano este trabajo quede anticuado, dado el avance de estas tecnologías.

Aparte de la seguridad mencionada, los continuos cambios tanto en la composición como en el diseño de los materiales destinados al buceo y su continuo avance ha servido para que el buceo gane en atractivo y adquiera cada día más relevancia, particularmente en su práctica recreativa.

Finalmente podemos resumir lo fundamental de la evolución y objetivo de las mejoras de los materiales y equipos de buceo, aparte de la omnipresente y prioritaria seguridad, en los siguientes aspectos

- **Profundidad:** todos los materiales destinados a la práctica del buceo recreativo han ido posibilitando una inmersión más profundidad con el paso de los años.

Así, para los principiantes se acepta en este ámbito la posibilidad de alcanzar una profundidad máxima de 12 metros. A pesar de ello, hay personas que disponen de una credencial y unos conocimientos que les permite adentrarse a mucha más profundidad. Estas mayores inmersiones pueden llegar a realizarse

gracias a la capacidad de almacenar mayores cantidades de aire en la botella que utilizan para su inmersión.

Un estudio de Steinberg y Doppelmayr (2017) revela que en una inmersión de 20 metros, los buceadores empiezan a sufrir un deterioro significativo en su capacidad de control. Éste es un componente perjudicial en la seguridad del buceador, ya que se requiere un total autocontrol para gestionar y manejar su comportamiento impulsivo y automático bajo el agua.

- **Autonomía:** el hecho de esta mejora es tan aparente como que hoy en día el mismo buceador puede cargar con todo su equipo durante todo el trayecto. Esta mejora se da en cierta parte gracias al chaleco hidrostático, que ofrece la oportunidad de introducir en sus bolsillos lo necesario y de colocar en la parte trasera la botella de oxígeno. Además, el hecho de no tener que depender del aire exterior y poder respirar mediante la botella de oxígeno aporta una autonomía que posibilita al buceador moverse con mayor libertad en el medio acuático.

- **Comodidad:** las mejoras realizadas en los distintos materiales han aportado una ganancia de comodidad, tanto durante la inmersión como en el mismo transporte del material hasta realizar aquella.

La comodidad está directamente relacionada la autonomía; antiguamente se tenía que utilizar tubos que conectaban con el exterior para poder respirar o el uso de las ya mencionadas campanas.

Un ejemplo de la mejora de la comodidad en el buceo es el señalado por Alonzo-Echeverría y Soberaniz-Morales (2012), quienes estudiaron la posibilidad de cambiar la boquilla estándar por una personalizada a cada buceador, limitando así las molestias causadas por las primeras como el síndrome de la boca de buzo, que afecta a los músculos involucrados de la masticación y otros: temporal, masetero, pterigoideo externo, pterigoideo interno y digástrico.

- **Impacto social:** el buceo se ha convertido en una práctica que hoy en día está muy de moda e incluso es el objetivo de vacaciones y viajes.

Gran cantidad de personas en todo el mundo se mantiene en contacto gracias a la práctica del buceo, puesto que se puede realizar en sitios de casi todo el planeta y cada vez existe mayor oferta en lugares menos desarrollados tecnológicamente, lo que ofrece la oportunidad de visitar y conocer nuevos lugares fascinantes.

- **Nuevas modalidades:** los buceadores de hoy en día ya no sólo se dedican a bucear en aguas abiertas, mares u océanos, sino que aprovechan cualquier oportunidad para bucear en lagos, ríos e incluso cuevas (*espeleobuceo*). Además, existen otro tipo de actividades como la fotografía subacuática, buceo en altitud, buceo de aire enriquecido, buceo bajo el hielo, buceo nocturno y un sinfín de opciones de las que poder disfrutar y aprender de las experiencias vividas dentro del agua.

Sin duda, el buceo ofrece tantas posibilidades como satisfacciones, tanto para los practicantes ocasionales como para los apasionados buceadores que hacen de esta práctica su aventura y afición favoritas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonzo-Echeverría, L., & Soberaniz-Morales, V. (2012). Boquillas Personalizadas de Buceo que Previenen el Síndrome de la Boca de Buzo. *Revista Científica Odontológica*, 8(2).
- Cousteau, J. Y. (1963). *The living sea* (Vol. 77459). London: H. Hamilton.
- Cousteau, J. Y. (1979). *The ocean world*. Harry N Abrams Inc.
- Cousteau, J., Svirine, A. and Sotolov, B. (1978). *Calypso*.
- Csd.gob.es. (2017). 4. Los deportes más practicados: el desfase entre deporte federado y el deporte popular y recreativo — Portal del Consejo Superior de Deportes. Recuperado de <http://www.csd.gob.es/csd/sociedad/encuesta-de-habitos-deportivos/encuesta-de-habitos-deportivos-2005/4-los-deportes-mas-practicados-el-desfase-entre-deporte-federado-y-el-deporte-popular-y-recreativo> [Accedido el 27 de agosto de 2017].
- De Vicente, P. (1977). El buceo y sus riesgos. *Apuntes Medicina de I<sup>o</sup> Esport (Castellano)*, 14(055), 143-155.
- Diccionario enciclopédico Espasa. (1978). 1st ed. Madrid: Espasa-Calpe.
- Edmonds, C., Bennett, M., Lippmann, J. and Mitchell, S. (2015). *Diving and subaquatic medicine*. 5th ed. CRC Press, p.7-8.
- Fisiologi.com. (2017). *escafandra*. Recuperado de <http://fisiologi.com/paginas/BUCEO/escafandra.htm> [Accedido el 12 de mayo de 2017].
- Gonzalez, J. G. (1988). Complicaciones neurológicas de la enfermedad por descompresión de los buceadores. *Medicina*, 10(1), 31-33.
- Guía Docente (2016a). *Actividades Físicas en la Naturaleza*. Recuperado de [https://guiadocente.unileon.es/docencia/guia\\_docent/doc/assignatura.php?assignatura=1402019&any\\_academic=2017\\_18&idioma=cast&doc=N](https://guiadocente.unileon.es/docencia/guia_docent/doc/assignatura.php?assignatura=1402019&any_academic=2017_18&idioma=cast&doc=N) [Accedido el 17 de junio de 2017]
- Guía Docente (2016b). *Análisis de Datos y Metodología Aplicada*. Recuperado de [https://guiadocente.unileon.es/docencia/guia\\_docent/doc/assignatura.php?assignatura=1402001&any\\_academic=2017\\_18&idioma=cast&doc=N](https://guiadocente.unileon.es/docencia/guia_docent/doc/assignatura.php?assignatura=1402001&any_academic=2017_18&idioma=cast&doc=N) [Accedido el 17 de junio de 2017]
- Guía Docente (2016c). *Trabajo Fin de Grado*. Recuperado de [https://guiadocente.unileon.es/docencia/guia\\_docent/doc/assignatura.php?assignatura=1402001&any\\_academic=2017\\_18&idioma=cast&doc=N](https://guiadocente.unileon.es/docencia/guia_docent/doc/assignatura.php?assignatura=1402001&any_academic=2017_18&idioma=cast&doc=N)

natura=1402048&any\_academic=2017\_18&idioma=cast&doc=N [Accedido el 17 de junio de 2017]

- Hydronauta.com. (2017). Historia del Equipo Autónomo. Recuperado de <http://www.hydronauta.com/temas/historia/scuba/scuba.html> [Accedido el 12 de mayo de 2017].
- Ibn Battuta. (2013). *Travels of Ibn Battuta*. Dover Publications.
- Marx, R. (1990). *The history of underwater exploration*. 1st ed. New York: Dover Publications, pp.90-91, 95.
- Matsen, B. (2009). *Jacques Cousteau: The Sea King*. 1st ed. Knopf Doubleday Publishing Group, p.35-36.
- Miranda Zúñiga, A. (2015). *El agua como elemento de centralidad urbana*. Magistrado. Universidad Católica de Valparaíso.
- Nuckols, M. and Tucker, W. (1996). *Life support systems design: diving and hyperbaric applications*. 1st ed. Simon & Schuster Custom Publ., p.212.
- Orams, M. (1999). *Marine tourism: development, impacts and management*. Psychology Press.
- Pontbriand, D. (2012). *The Missing Ones: A True Story*. 1st ed. Trafford Publishing, pp.151-152.
- Ptak, J. (2017). *Air-Punk: Underwater Cyborg Diving Suit (1797)*. JF Ptak Science Books. Available. Recuperado de <http://longstreet.typepad.com/thesciencebookstore/2012/07/underwater-cyborg-diving-suit.html> [Accedido el 30 de marzo de 2017].
- Rainey, C. (1998). *Wet Suit Pursuit: Hugh Bradner's Development of the First Wet Suit*. Scripps Institution of Oceanography.
- Reed, C. (2009). *Marine science*. 1st ed. New York: Facts On File, p.78.
- Ribera, A. (1998). *La pesca submarina*. 1st ed. Barcelona: Hispano Europea.
- Scubadiver.cc. (2017). *Dayo Scuba - Scuba Diving History*. Recuperado de <http://www.scubadiver.cc/scubahistory.htm> [Accedido el 12 de mayo de 2017].
- Steinberg, F., & Doppelmayr, M. (2017). Executive functions of divers are selectively impaired at 20-meter water depth. *Frontiers in psychology*, 8.