



HISTORIA DE LA EXPLORACIÓN SUBMARINA

Esteban Morales Gamboa

Creditos

Registro de Propiedad Intelectual n°:

ISBN:

Derechos de Edición: Dr. Esteban Morales G.

Diagramación e Impresión: Sebastián Barrera C.

Ilustraciones: Sebastián Barrera C.

Edición Experimental: Diciembre 2006, 7 ejemplares.



HISTORIA DE LA EXPLORACIÓN SUBMARINA

Esteban Morales Gamboa



DEDICATORIA

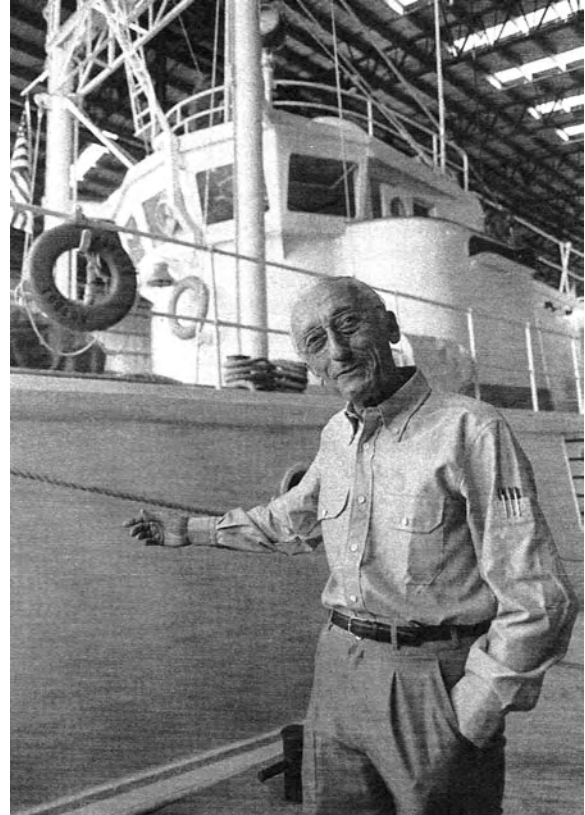
En el año 1961, se le entregó a un hombre de extraordinarias características, la medalla de oro especial de la National Geographic Society con una inscripción que dice:

“AL HOMBRE TERRESTRE, DIO LA LLAVE DEL MUNDO SILENCIOSO”

Este hombre terrestre, quizás más que ninguno, ayudó a iluminar más del setenta por ciento de nuestro planeta que se encuentra cubierto por el manto del océano y a promover su aprecio por todos los seres vivos.

Abrió a la humanidad contemporánea las puertas del mundo submarino por más de medio siglo.

En forma elocuente e incansable exploró, retrató y defendió la belleza, la riqueza y la fragilidad de ese mundo silencioso, del cual el fue su voz.



JACQUES-IVES COUSTEAU
1910-1997

AGRADECIMIENTOS

A los profesores del programa de Magíster en Historia y particularmente al Dr. Marco Antonio Huesbe.

A mis ex alumnas Sandra Ortega G., Traductora Inglés Español y Victoria Celedón C., Oceanógrafo, por su permanente apoyo en el desarrollo de este trabajo.

A mi hijo, Ignacio, futuro historiador formal.

PRESENTACIÓN

El temprano interés de los humanos por el conocimiento de su entorno fue probablemente estimulado por la necesidad y el temor. Esas mismas razones lo llevarían a tomar conciencia de la existencia de otras realidades ajenas a su paisaje más familiar e inmediato y a sentir curiosidad por conocerlas. Lo llevaría también a experimentar sobre el descubrimiento sensaciones que a veces eran contradictorias a propagarlas y difundirlas a sus cercanos, para quienes un relato expectante era su única ventana al mundo. Sin que se sepa en realidad por qué en todos los tiempos y a través de la historia, la humanidad se ha sentido profundamente atraída por el mar. Lo que hoy conocemos del océano es por lo tanto consecuencia de la evolución de las relaciones sociales, de las concepciones del mundo dominantes y de los logros científicos y técnicos de cada época.

Durante siglos el hombre ha ido conociendo el mar, conformando ese saber y la manera de lograrlo, una larga y muchas veces sacrificada historia, que es la más conocida y documentada. Sin embargo, esa historia poco tiene que ver con la historia de sus incursiones en el mundo submarino. Las actividades en la superficie del océano se dan normalmente en un plano colectivo, en cambio, el accionar por debajo de las aguas es una tentativa más solitaria que ha sido siempre una aventura individual.

Ello, no es de extrañar ya el mar se visualiza más como una superficie plana que como un volumen. Apenas se imaginaba que “debajo” podría haber alguna cosa. Además, si la naturaleza había hecho que las aguas del mar fuesen tan poco transparentes ¿no sería quizás para que nadie pudiera penetrar en sus misterios?

Con todo han sido muy poco numerosos los hombres que en el transcurso de veinte y cuatro siglos han penetrado en el espacio tridimensional del océano mundial que encierra 1.300.000.000 kilómetros cúbicos, lo que son equivalentes a once veces las tierras emergidas. Quizás la concepción de un mar lineal, podría ser la razón del por qué han sido tan pocos los que han hecho indagaciones acerca de los arcanos que cubre.

De acuerdo a cómo el hombre ha ido conociendo el mar, la hipótesis propuesta en este libro será precisamente la de demostrar que la tenacidad de ciertos hombres individualistas, quienes movidos por una diversidad importante de sueños y circunstancias, ha permitido a la humanidad completa adentrarse dentro de las profundidades marinas y poder conocer, como testigos presenciales, un territorio casi vedado para el ser humano.

Por lo tanto, se irá demostrando paulatinamente que las acciones que han llevado al conocimiento del fondo de los océanos se han debido principalmente al accionar de individuos de especial tenacidad, generalmente de tendencia solitaria que, en circunstancias específicas y motivados por su propia fuerza de voluntad y capacidad personal, han sido quienes han logrado irrumpir en distintos momentos, en una de las partes menos conocidas del planeta.

Desde la mítica inmersión de Alejandro el Grande que explora el fondo del mar en una especie de rudimentario batíscafo, en un mundo, aún marcado por mitos y leyendas. Los insipientes balbuceos del Renacimiento que con su empirismo metódico crea los fundamentos de la ciencia moderna, hacen posible a un Leonardo, imaginarse su "hombre pez". Un Capitán Cook, que durante el Positivismo, contribuye como nadie al conocimiento del océano, facilitando el fortalecimiento de los Imperios Coloniales y más contemporáneamente un Alfred Wegener que en 1915, crea las bases del actual paradigma de las ciencias de la Tierra. Al revisar históricamente los avances en el campo de las ciencias de la Tierra y sobre todo el conocer en mayor profundidad a los hombres que la han hecho posible, permite considerar la hipótesis que efectivamente, hombres especiales, no siempre científicos profesionales sino más bien personalidades notables han abierto al resto de la humanidad las puertas del mundo de la eterna oscuridad.

Estas acciones individuales, realizadas por esa clase de hombres, movidos por su sueño individual, armados con las capacidades técnicas de que disponían y en el ambiente y mentalidad de la época respectiva, generaron revoluciones sin precedentes en la visión del fondo de los océanos lo que ha permitido cambiar dramáticamente la visión de nuestro planeta.

Este texto no es por cierto una historia completa de la exploración del mundo submarino. Solamente intenta demostrar que el conocimiento del enorme territorio sumergido y que aún nos está, en gran medida, vedado se ha debido principalmente a acciones individuales, más que colectivas, contribuyendo, a trazar una zaga apasionante. Es evidente también, que no es posible entender estas acciones sin considerar, el contexto del conocimiento científico que imperaba en el momento.

Por lo tanto y sin que sea este trabajo una historia de las ciencias de la naturaleza, obliga a presentar en forma sucinta, las concepciones reinantes acerca de ella en cada circunstancia. Del mismo modo, el conocimiento del mar, conocido como la Oceanografía, determina que no es posible entender aspectos específicos, sin tener presente el contexto total oceánico. Por ese motivo, se intercalan en relato, otros aspectos del conocimiento oceánico.

En la gran cantidad de material que se ha tenido presente para la elaboración de este trabajo, se ha podido apreciar que la mayoría de las publicaciones de la oceanografía se orientan a discutir los métodos científicos y su progreso, como así mismo, biografías de determinados personajes pero hay una gran deficiencia en su desarrollo histórico estimo, por lo tanto, que este trabajo contribuye a cubrir en parte dicho vacío.

Las citas ocupan parte importante de este trabajo. Ejemplos seleccionados, presentan más vívidamente circunstancias específicas, además explican por sí mismo, temas de lo que lo harían comentarios y largas explicaciones, lo que permite además iluminar más claramente una personalidad o una actitud. Otras son de interés literario porque el estilo de los escritos más antiguos era frecuentemente más elocuente y de una fraseología más escogida de lo que se acostumbra hoy en día.

Me he permitido finalmente incluir un anexo que incluye documentos, que ejemplifican tres momentos en esta historia. El primer relato, presenta "La novela de Alejandro", una tradición iniciada seguramente en Alejandría a lo largo del periodo helenístico y que se mantiene en vigor hasta la Edad Media y que describe la primera inmersión mítica de un ser humano hacia el fondo del mar.

El segundo relato, reproduce la impresión personal de Jacques Piccard y el teniente Walsh durante la primera inmersión real hasta la profundidad máxima conocida, llevada a cabo en la década de los sesenta.

Finalmente, la que relata la búsqueda en 1998, de un portaaviones norteamericano hundido durante la Segunda Guerra Mundial en el Océano Pacífico, hallado por Robert Ballard, notable explorador submarino contemporáneo, que hace uso de los más modernos y sofisticados instrumentos actuales.

PRIMERA PARTE

PRIMERA PARTE

EL AMANECER DE LA EXPLORACION SUBMARINA.

Las motivaciones, del ser humano para penetrar más allá de la superficie del océano, pueden haber sido en sus inicios la necesidad y por cierto la curiosidad iniciándolo como buceador a pulmón, para ir lentamente mejorando su capacidad para permanecer sumergido. Sin embargo, quizá la real motivación en todas las épocas ha sido el desafío por dar consistencia y forma a la experiencia fascinante del descubrimiento real y querer comprobar, por si mismo, el entorno submarino, quizás el más misterioso del planeta que sólo se imagina en los recintos del mito.

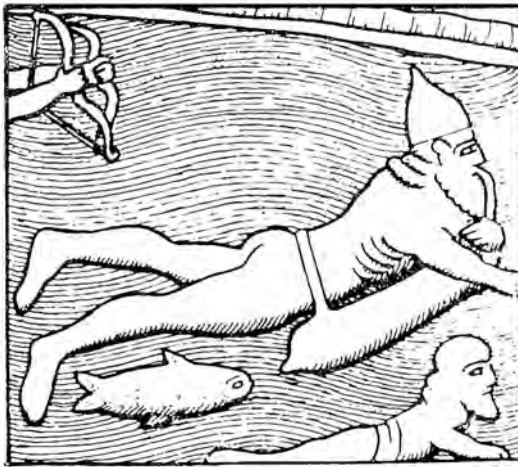


Figura 1. Buceador con odre hinchado.

Las pruebas de las tentativas más antiguas para penetrar en el mundo submarino, aunque fuera a pequeñas profundidades nos son ya familiares. Espinas de peces, desechados hace 40.000 años en cuevas a finales de la edad de piedra; esponjas extraídas por los buceadores cretenses; coral rojo, cuyo trafico se desarrolla en Egipto, desde a lo menos la primera mitad del tercer milenio; perlas finas y nácar procedentes de la costa occidental de la India son objeto de comercio en el Mediterráneo con anterior al 1200 Antes de Cristo. ¹

**“¡Oh, Tiro! Siria comerciaba contigo
Púrpura, coral y rubíes
Arabia y los príncipes de Kadar
Los mercaderes de Seba, Asiria
y Kilmad contigo comerciaban(...)”
Ezequiel, 27,16-23**

Pero las evidencias antiguas no son solamente las de un floreciente comercio. La guerra, una de las actividades más antiguas del hombre, hace aparecer a los primeros buceadores de combate. “(...) Una escaramuza tuvo lugar en el gran Puerto a propósito de los pilotos que los siracusanos habían fijado en el mar, delante de las viejas dársenas para proteger el fondeadero de sus naves y preservarlas de los ataques de los atenienses. Estos condujeron cerca de allí un navío de gran tonelaje provisto de torres de

1. Piggot, Stuart. *Aux Portes de l'histoire*, Editorial Hachette, Paris. 1963, pp.402

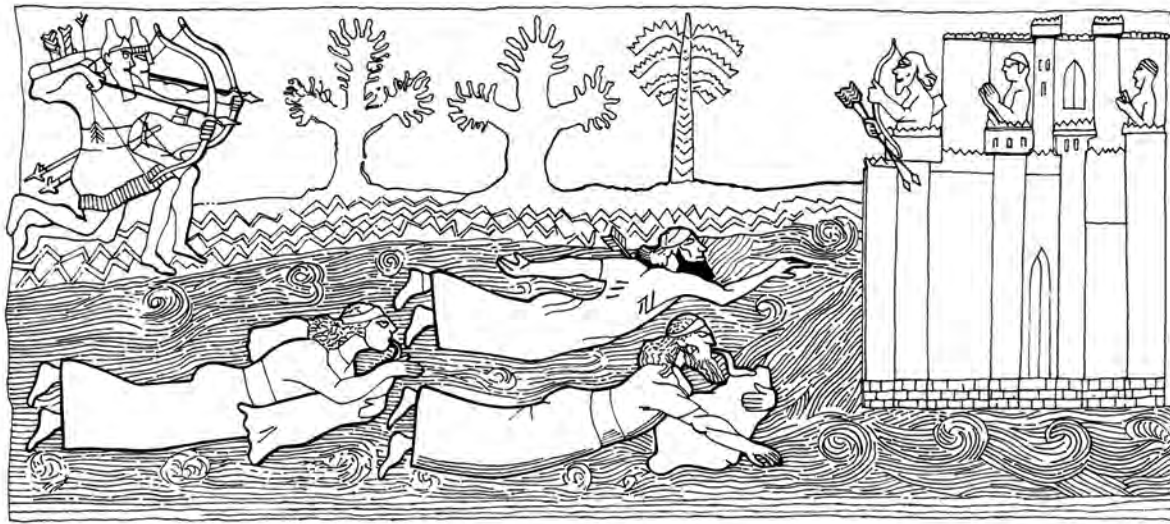


Figura 2. Bajo relieve de Ninive.

catapultas y de un bordaje sobrealzado. Subidos en las barcas, sujetaban las amarras a los pilotes, tiraban de ellos y los arrancaban con la ayuda de cabrestantes, hecho lo cual, unos BUCEADORES, los aserraban. Los siracusanos, por más que arrojaban desde el arsenal dardos sobre los atenienses éstos replicaban con rapidez desde su embarcación. Finalmente, arrancaron la mayor parte de los pilotes. Tuvieron dificultades especiales para evitar las estacas que estaban sumergidas. Algunas no llegaban a la superficie del agua y por no distinguirlas se corría el riesgo de destrozarse allí la nave como contra un escollo, sin embargo, unos BUCEADORES atraídos por el cebo del lucro, las aserraban igualmente. No obstante, los siracusanos, clavaron en seguida unas nuevas.”²

2. Reflexiones de Tucídides en: Foex, Jean-Albert, *Histoire sous-marine des hommes*, Editorial Robert Laffont, Paris. 1961.

1.1. EL MITO

Las primeras etapas del conocimiento de la naturaleza, por el hombre, se realizaron cuando las concepciones de ella estaban basadas principalmente en concepciones de tipo religioso, mitos y leyendas, que daban respuesta a las interrogantes frente a un entorno misterioso y poderoso. El cosmos, como orden universal y que todo lo impregna se daba por hecho; los dioses habían creado y ordenado todas las cosas que habían tanto en el cielo como en la tierra y, por cierto, en la sociedad y que seguían velando por ellas. El orden del mundo era inmutable en esencia, sin embargo, ello no significaba que este orden, casi perfecto, no sufriera perturbaciones. Existían en el entorno, poderes caóticos, inquietos y amenazadores.

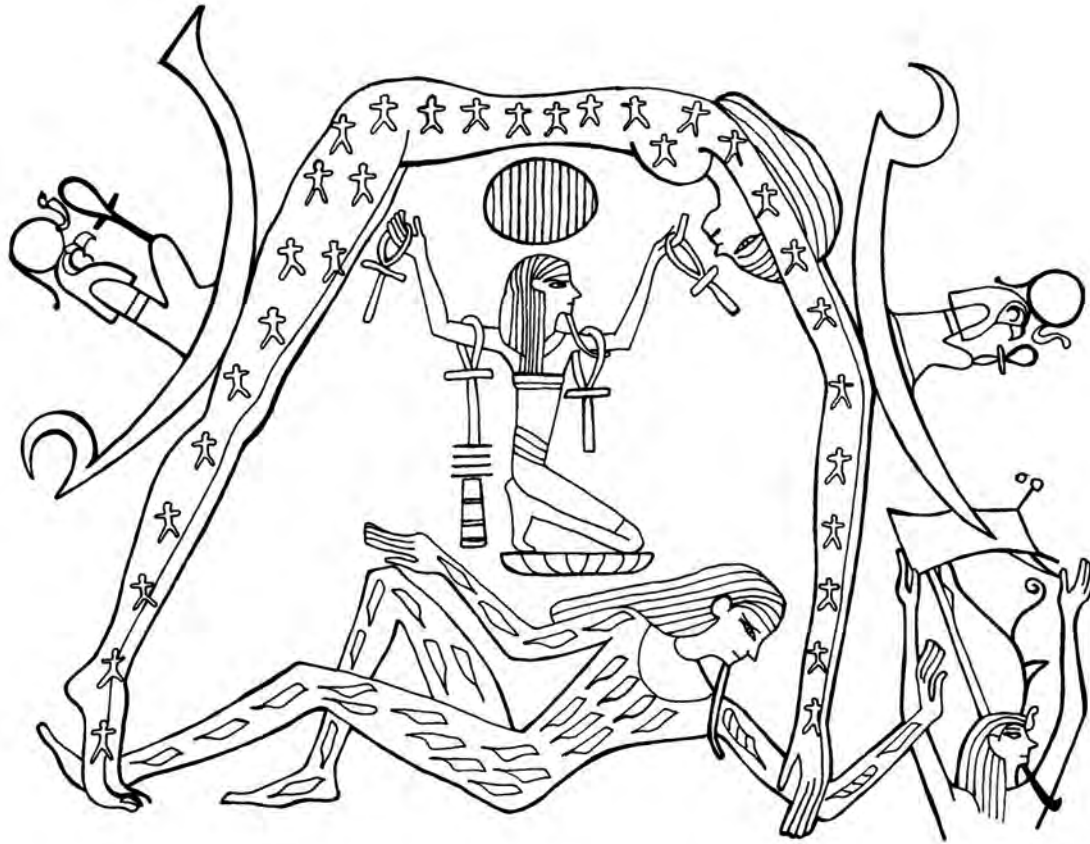


Figura 3. Concepción de la Tierra como una diosa arqueada, sostenida por el Dios de la atmósfera. Las dos embarcaciones eran usadas por el Sol. Representación del ciclo del día y la noche.

También en ellos, se apreciaba la mano de los dioses, mientras algunos eran favorables otros eran destructivos. Toda concepción del cosmos era consciente no sólo del orden reinante, sino también de la inestabilidad de dicho orden. Dios es creador y destructor. El Universo es inmortal, pero destinado a sufrir catástrofes periódicamente.³

Es razonable entonces comprender que uno de los primeros mitos y quizás el más persistente y tenaz que nos ha acompaña hasta hoy es el de los ciclos. En la naturaleza existen innumerables fenómenos periódicos que se suceden a intervalos iguales; el día y la noche, las mareas, los estaciones del año, entre tantos otros. Del mismo modo existen fenómenos intermitentes, que llegan sin aviso. Son además, eventos potentes y destructivos, como ocurre durante un temblor de tierra, una erupción volcánica o crecidas excepcionales, todo lo cual era difícil de asimilar y explicar. La aparición de la cultura cuyos inicios empiezan en el Paleolítico temprano fue lentamente asimilada por el ser humano, el cual, a pesar de sus limitaciones y temores, logró transmitir de generación en generación los conocimientos y experiencias adquiridas plasmando, en ocasiones, poéticamente su comprensión de la naturaleza.⁴

“Naturaleza, reina madre de todas las cosas, madre inagotable, venerable creadora, reina que lo diriges todo, honrada, potentísima, incorruptible, nacida de la primera, antigua, fecunda en héroes; nocturna que lo destruyes todo, que traes la luz, que lo contiene todo con fuerza y que caminas sin dejar mas que una huella ligera ;reina casta de los Dioses, fin que no tiene fin, común a todos, aunque eres la única incomunicable ;nacida de ti misma, regocijada en tu virtud suprema, floreciente, maquinadora mezclada a todo y sabedora de todo ;dueña poderosa que das la vida, virgen que lo alimentas todo, justa, persuasiva, etérea, terrestre y marina, amarga para los malos, dulce para los hombres piadosos, sapientísima, dispensadora, sustentadora, ;reina universal;. Bienaventurada que haces crecer y que disuelves, padre y madre de todas las cosas que engendras espontáneamente, que abundas en semilla, que maduras; obrera universal, venerable, eterna que lo mueves todo, la de las mil formas, prudente la que rueda en un torbellino sin fin, conservadora que te entretienes con eternas transformaciones, sentada en un trono haciendo justicia ;excelente dominadora de los portadores de cetros, intrépida todopoderosa, destino inevitable que respiras el fuego, vida eterna, inmortal providencia a quien todo pertenece y la única que hace las cosas ; a ti oh Diosa, y a las Estaciones felices, os suplico que me deis paz, salud, y que lo acrecentéis todo.”⁵

3. Cohn, Norman: *Cosmos, Chaos and the World to Come, The Ancient Roots of Apocalyptic Faith*, Yale University Press, New Haven, Estados Unidos, 1993, pp. 285

4. Gutbrod, Kart. et al: *Historia de las antiguas culturas del mundo*, Editorial del Serval. Barcelona, 1987, pp. 414

5. Hesíodo, *Teogonía: Los trabajos y los días, Himnos órficos y otros*, Editorial Porrúa, México, D.F., 1974, pp. 65

La visión del mundo era bastante común en casi todas las primeras culturas, creándose una mentalidad fundamentalmente mítica, que se mantuvo por muchos siglos, ejerciendo una influencia muy fuerte sobre el desarrollo de la ciencia. A pesar de ello el mito, que tiende a lo sobrenatural, posee el importante mérito de implicar atención que es la condición primera de toda investigación. El mito es como una abreviatura de la historia de la cultura de los pueblos es el juego de las fantasías individuales y colectivas que dan fruto de creación. Es individual porque cada mito es creación de un hombre y es colectivo, porque cuando el hombre ha forjado su poema, lo da a los demás y estos lo rehacen y lo modifican. En la época sin escritura la transmisión del relato hacía todo.⁶

1.2. EL MUNDO GRIEGO

En el desarrollo del pensamiento científico, la Grecia clásica y helenística de los años 500 - 200 antes de Cristo se destaca más que cualquier otro grupo, al traspasar las fronteras cognoscitivas habituales para entregarse a una interpretación revolucionaria de la naturaleza, de las técnicas y del arte. Las matemáticas de Pitágoras (582 - 500 a.C.), las especulaciones de Platón (427 - 347 a.C.), el empirismo de Aristóteles (384 - 322 a.C.), la Geometría de Euclides (300 a.C.), las intuiciones de ingeniería de Arquímedes (287 - 212 a.C.), las observaciones de Ptolomeo crearon los conceptos básicos que permitieron entender el funcionamiento de la naturaleza.⁷

6. Cailleaux, André, *Histoire de la Geologie*, Editorial Presses Universitaires de France, Paris. 1961, pp. 114

7. Sarton, George, *A History of Science. Ancient Science through the Golden Age, Vol. I*, Harvard University Press, Cambridge, Londres, 1952, pp. 499



Figura 4. El mundo griego.

La imagen del mundo percibido en la mentalidad griega era la de un sistema ordenado y sistemático. Pero como no tenían una visión de conjunto, predominaba una imagen difusa del mundo circundante. Ello les permitió la creación de espacios míticos, particularmente cuando se trataba de explicar los confines del orbe. El mundo conocido griego tenía una forma circular rodeado por todos lados por un Océano que conservaba las cualidades de divinidad primordial y daba forma a una periferia difusa y misteriosa, compuesta por países fabulosos que poseían una naturaleza excepcional y estaban habitados por seres de formas y costumbres extrañas.

Los viajes principalmente los por el mar y tierras circundantes, los periplos griegos, particularmente los más arcaicos fueron una de las fuentes más importantes que contribuyeron lentamente a incrementar el conocimiento de las tierras y los mares. Nearco, Piteas, Hanon son quizás los más representativos.

Gran parte de los escritos griegos hacen alusión al mar, quizás motivado por la peculiar orografía de su país. Las condiciones para el desplazamiento eran mejores que un viaje por tierra, de hecho, denominaban habitualmente el mar con el concepto de "pontos", es decir, el camino o la ruta por excelencia. Sin embargo, la relación de ellos con el mar era bastante ambigua, que resultaba de una mezcla de atracción y terror. Lo contemplaban como un espacio desprovisto de caminos, pero al mismo tiempo capaz de proporcionar enormes ganancias, o bien, conducir a la pérdida total a todos aquellos que le confiaban sus esperanzas.



Figura 5. Supuesto viaje de Piteas hacia el 327.

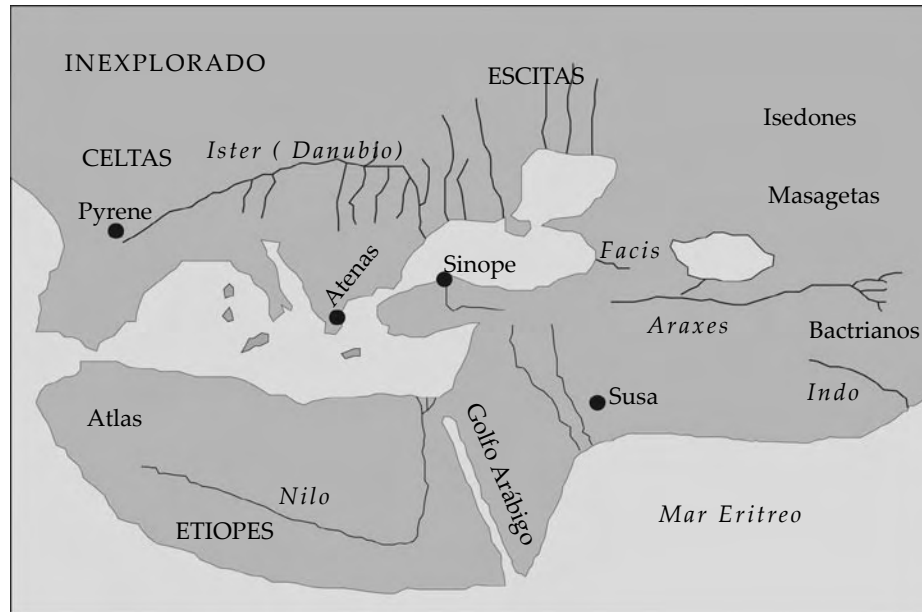


Figura 6. El mundo conocido por Heródoto.

El temor a las tormentas, la aparición de monstruos de las profundidades, la existencia de corrientes traidoras, o de bajíos ocultos, sumado a la sensación de soledad y a la monotonía de las jornadas de navegación hacían de esa relación algo complejo. La existencia de un mar exterior que se habría insondable e inmenso más allá de los límites establecidos de la tierra conocida, es decir, las columnas de Heracles había inspirado fábulas y narraciones de todas clases que dejaron su huella a lo largo de la literatura antigua. Era de esperar, sin embargo, que con el progresivo descubrimiento de estas regiones, las cosas experimentasen una variación significativa a

este respecto. Sin embargo, no ocurrió de ese modo. Los ecos de las leyendas acerca del pavoroso océano que habían aterrado la imaginación de los primeros navegantes se mantuvieron en vigor sin perder toda su fascinación. Pero los misterios que ocultaba el océano no eran siempre de características aterradoras. La imaginación trasladada a este ámbito desconocido la célebre leyenda de la Atlántida, isla mítica, ubicada en el exterior de las columnas de Heracles, era el lugar idóneo en el que situar un espacio desconocido.⁸

⁸ Gómez Espelozin, Javier, *El descubrimiento del Mundo, Geografía y Viajeros en la Antigua Grecia*, Editorial Akal, Madrid, España, 2000, pp. 327

A pesar de lo anterior, los desplazamientos de los griegos por el mar fueron notables. El status heroico del viajero perduró a través de los siglos, desde los primeros relatos épicos hasta los de ficción de la época helenística. Junto al héroe mítico, que puede ser representado clásicamente por Ulises, aparecen los individuos, más desconocidos que buscaban productos preciosos que se encontraban por lo general en regiones remotas. Cada navegante y explorador tenía su propio prejuicio cultural que evidentemente condicionaba su percepción de la realidad. No había tampoco parámetros generales científicamente probados que le permitieran acoger las observaciones del entorno y procesarlas en el lugar correspondiente dentro de los mismos. La imagen rudimentaria que se tenía del mundo procedía principalmente entonces de especulaciones.⁹

Uno de los primeros escritos griegos, que pueden situarse en una perspectiva más didáctica se asocia con el nombre de Hesíodo, que floreció un poco tiempo después de Homero, hacia fines del siglo VIII (a. C.). Una de sus obras, "Los trabajos y los días", puede ser considerada como un verdadero tratado práctico, donde se ha vaciado una experiencia ya milenaria. **"(...)Si se apodera de ti el deseo de la navegación peligrosa, teme la época en que las Pléyades, huyendo de la fuerza terrible de Orión, caen en el negro mar. En verdad que entonces se desencadenan los soplos de vientos numerosos. No dejes ya mucho tiempo tus naves en el negro mar; acuérdate antes bien de trabajar la tierra como te aconsejo (...)"**¹⁰

⁹ Boardman, John, *The Greek Overseas*, Editorial Penguin Books Ltda., Hardmonds Word, Inglaterra, 1975, pp. 285

¹⁰ Hesíodo, Op. Cit, pp. 40

Uno de los primeros compendios, que contiene una descripción global del mundo habitado se encuentra en las páginas de "Los nueve Libros de la Historia" concebida por el historiador y viajero Heródoto (479 - 478 a. C.). Su "Historia" se redactó en nueve libros, cada uno de los cuales, lleva el nombre de una de las musas. Cinco de estos nueve libros constituyen un verdadero panorama del mundo conocido en aquellos momentos y dan un testimonio del estado de los conocimientos geográficos griegos en plena época clásica. Su familiaridad con algunos de los presupuestos de la ciencia jonia ponen en relieve su curiosidad por la relación existente entre el entorno natural y el modo de vida económico y cultural de sus habitantes. Su obra es una combinación de saber geográfico precoz, con la mitología. Viajó intensamente y su experiencia completada por la experiencia ajena, le permitió tener una idea bastante buena del mundo habitado.¹¹

1.3. EL HELENISMO

Durante el Helenismo es cuando ocurre el gran cambio en la historia de las ciencias de la Tierra. Esto se da por la autonomía que alcanzaron las distintas disciplinas, así como la separación de ellas de la especulación filosófica. Este desarrollo fructificó en forma extraordinaria durante los siglos III y II antes de Cristo y pueden ser considerados como la época de oro de la ciencia antigua, organizándose como jamás lo había sido antes, baste considerar, para ello, la existencia del Museo de Alejandría y su biblioteca.

¹¹ Heródoto, *Los nueve libros de la historia*, Editorial Porrúa, 1974. pp. 439

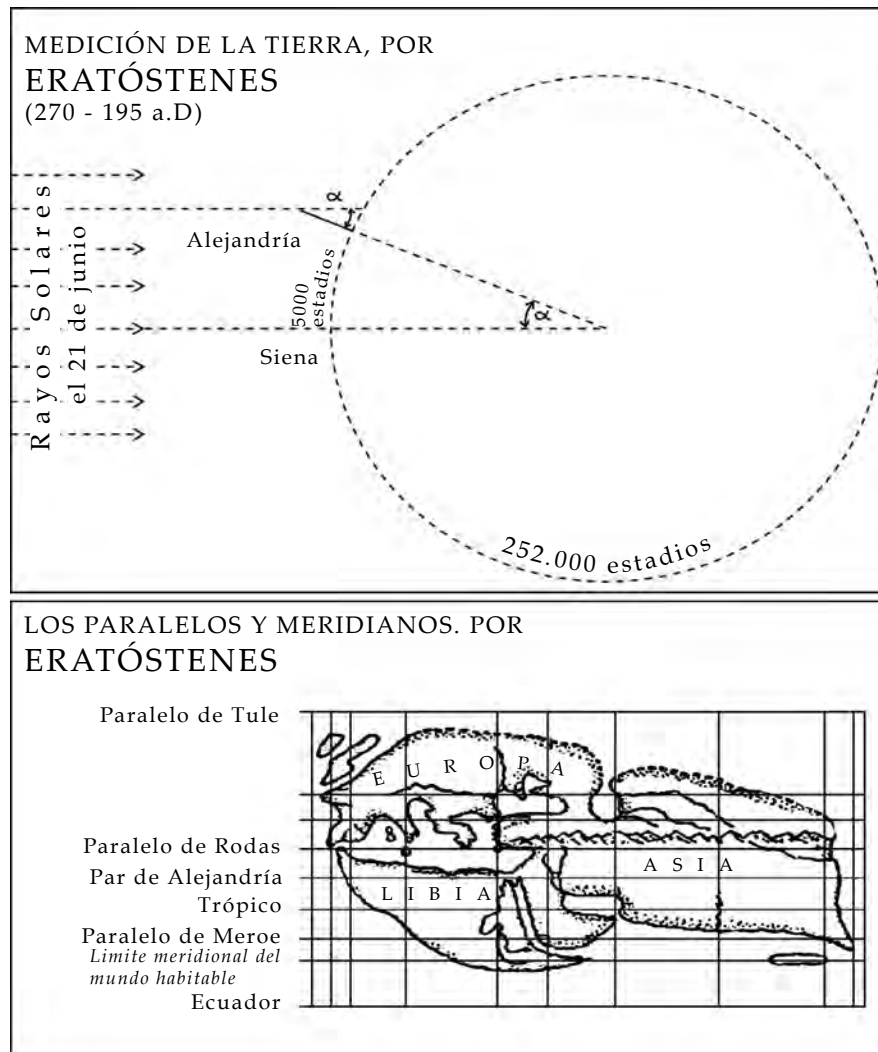


Figura 7. La medición de la Tierra por Eratóstenes. Con un error de 14%.

Fue la edad de oro de las matemáticas tal que una semejante no se presentara hasta el siglo XVII. La labor en la Astronomía fue notable. Los ingenieros y arquitectos construyeron caminos, puertos, acueductos e innumerables monumentos.¹²

Durante ese periodo, se destaca Eratóstenes (276 - 192) que puede ser considerado el más grande de los geógrafos antiguos. Llevó una intensa vida de estudios en tres centros del helenismo: Cirene, Atenas y Alejandría. En este último lugar llegó a ser su director bibliotecario. Fue un pionero en los estudios de la geodesia, puede ser considerado como el más antiguo de los geógrafos importantes y hasta hoy uno de los más grandes geógrafos de todos los tiempos. Una de sus mayores contribuciones fue su asombrosamente precisa medición de la Tierra. La "oicumene" conocida y descrita por Eratóstenes se extendía en latitud desde Tule, cerca del Círculo Ártico, hasta el Océano Indico: y en longitud desde el Océano Atlántico hasta el Asia Central. Su conocimiento acerca de la coexistencia de mareas en todas partes le confirmó la hipótesis existente de un océano circundante, idea que se mantiene invariable, por varios cientos de años posteriores hasta la Edad Media. Deja como legado de su tiempo un marco general, bastante real, que permitía situar adecuadamente todas las informaciones geográficas a la fecha disponibles y reconstruyó los viejos mapas trazados hasta entonces más con intuición que con recursos técnicos, carentes por tanto de toda precisión.¹³

12 Sambursky, S., *El mundo físico de los griegos*, Alianza Editorial, Madrid, 1990. pp. 287

13 Sarton, George, *A History of Science. Hellenistic Science and Culture in the last three Centuries b. C.*, Vol. III, Harvard University Press, Cambridge, Estados Unidos, 1959. pp. 224

Posteriormente, surge Estrabón de Amasia, nacido hacia el año 64 a.C. marcando hitos importantes en el conocimiento de la Tierra. Su "Geografía" es sin duda uno de los grandes monumentos de la Antigüedad. Su obra se divide en 17 libros, constituyéndose en una enciclopedia de conocimientos geográficos. Habla de geografía matemática, de la forma de la Tierra, de cartografía sobre una esfera y sobre planos. Insiste en que no hay sino un único océano, como lo prueban la bajante y la creciente de las mareas que ocurren en todas partes, de manera que era posible entonces navegar desde España a las Indias orientales, rompiendo así con concepciones anteriores. Describe muchos hechos físicos importantes; explica la formación de las montañas estimando que se forman por acción de presiones internas; estima que los fenómenos volcánicos obedecen a la fuerza explosiva de los vientos acorralados al interior de la tierra y considera los volcanes como una especie de válvulas de seguridad. Repite la antigua teoría que se habían producido con frecuencia intercambios entre la tierra y el mar, lo que intenta demostrar por la presencia de conchillas fósiles en las cercanías de algunas costas mediterráneas y atribuye tales cambios en la geografía a los terremotos.¹⁴

Sin embargo, y a pesar de la gran cantidad de textos publicados por los sabios griegos, no existen en el pensamiento griego, alusiones al fondo de los mares que no sean referencias míticas y que se sitúen solamente en los límites de la ficción.

14 Cailleaux, Andre, Op. Cit., pp. 104



Figura 8. La inmersión de Alejandro el Magno. Pintura francesa de la Edad Media

1.4. ALEJANDRO EL GRANDE

En ese momento histórico aparece *Alejandro el Magno* (356 – 323) que a la edad de veinte años llegó a ser Rey de Macedonia. Poco se puede saber de su educación, pero cuando tenía trece años se invitó a Aristóteles a que fuera su tutor, el cual ejerce una influencia muy profunda sobre su discípulo. Seguramente le enseñó poesía, a través de la *Ilíada*, la historia de Grecia y de Persia, la geografía de Asia Menor y tratados de ética y política. Alejandro no podía dejar de sentirse exaltado se sentía como el real héroe griego, es decir menos que un dios, pero más que un hombre, un superhombre. Para los egipcios era un dios vivo; para los asiáticos un sucesor del Gran Rey, un gobernante absoluto y para los griegos, el jefe y protector de la Liga helénica, un héroe conquistador, un dictador.¹⁵

En efecto, desde el año 334, en que sus ejércitos han cruzado el Helosponto Alejandro ha liberado las ciudades griegas de Asia Menor y reducido la Frigia salvaje. Se ha apoderado de Tiro y de Gaza, tras haber destruido el poder asiático de Darío en las costas del Mediterráneo. Luego de haber conquistado el trono de Egipto, se dirige hacia el Este, atraviesa el Éufrates y el Tigris para aplastar a los ejércitos concentrados por Darío entre Bagdad y Babilonia. El ejército de Alejandro invencible en sus campañas, rebasa los límites del Imperio de los persas. Acampa a la orilla del mar Caspio, ocupa Samarcanda, vive en Cachemira al pie del Himalaya y avanza hacia Asia Central.

¹⁵ Caratini, Roger, *Alejandro Magno*, Editorial Plaza Janes, Barcelona, España, 2000.

Penetrando en el Pendjab hindú, Alejandro levantara su campamento en el emplazamiento de la actual Jalapur. Desde allí, se embarca en el río Djelam para navegar hasta el curso inferior del Indo. Nearco, jefe de la flota va a su encuentro, remontando el río. Se encuentran en Guadar, al margen del golfo Pérsico. En ese lugar se desarrolla la mítica exploración del fondo del mar por Alejandro.¹⁶

Esta inmersión se lleva a cabo en una maquina de inmersión compuesta por dos barcas, la una invertida sobre la otra y unidas por tablones. Varias capas de betún la revestían completamente, salvo donde estaban los orificios redondos provistos de vidrio incoloro y la abertura inferior por la que se introducía a la nave. En su interior, se había instalado un banco para dos personas. Medía ocho codos de largo por cinco de altura en su parte central. Para la inmersión se introduce, vino, una pierna de buey asada, pan, pepinos frescos, lámparas de aceite y túnicas secas, para Alejandro como para Nearco. Se inicia la inmersión y las olas cubren el artefacto, que se transforma lentamente en una mancha oscura que se deforma y diluye en la profundidad misteriosa, en tanto que los cabos tensos que la mantienen unida a una embarcación en superficie, se deslizan bajo la mirada de Aristóteles, inmóvil y silencioso. Por primera vez en la historia del mundo, dos hombres encerrados en una se sumergen y respiran, observando los secretos de los misteriosos reinos submarinos.

¹⁶ Antier, Jean-Jacques, *Histoire Mondiale du Sous-Marin*, Editorial Robert Laffont, Paris, 1968. pp. 386

Luego de la inmersión, aparece Alejandro, sacudiéndose la cabellera chorreante, con una palidez extrema como presa del estupor. Haciendo un signo con la cabeza, ha señalado el artefacto. Los buceadores auxiliares han sacado de él a Nearco desvanecido y comenta;

“(...) los hombres Aristóteles, nunca han visto más que agua agitada por el viento, nunca han contemplado más que espumas centellantes, nunca han estado sentados que en la tapa del cofre. Mira esta tierra desolada y maléfica de Gedrosia. Desde que el mar la cubre todo es fertilidad, belleza frondosidades vírgenes, exuberancia. Estáte seguro Aristóteles, de que los hombres irán un día a conquistar sus riquezas y apoderarse de ellas. Por los campos de algas pasan manadas de peces a los que otros enormes siguen para devorarlos. Todo parece regido por la magia y los caprichos demenciales de dioses monstruosos, de demonios cubiertos de corazas brillantes y rodeados de animales repulsivos acerca de los cuales ninguna imagen podría darte idea (...)”, y finaliza:

“(...) Salido de entre los aqueos he descendido bajo las olas. Siendo así escucha bien mis palabras. No hay diosas bajo el mar, sino demonios de alas negras y monstruos fantásticos que disputarán sus prodigiosos reinos aun ininteligibles a los mortales que sigan un día el camino que yo les he señalado (...)”¹⁷

Una personalidad como la de Alejandro, con una carrera formidable que en trece años había conquistado gran parte del mundo, es sin duda el personaje perfecto para generar en la mente de narradores, historias increíbles y míticas. El relato de su inmersión, quizás representa más que ninguno la mente helenística en la cual se daba la confluencia de los elementos e imágenes que configuraban la geografía mítica y la real, particularmente la de los confines del mundo, pero que les permitía seguir buscando siempre algo más que satisfacer simplemente su curiosidad por el mundo.

También, lo es la de un hombre especial y notable ¿Quién sino Alejandro, investido del poder máximo, y dotado de esa personalidad fuerte, tenaz, inteligente y de gran audacia podría haber intentado una aventura individual de esa naturaleza?.

17 Foex, Jean-Albert, Op. Cit., pp. 89-90

SEGUNDA PARTE

SEGUNDA PARTE

ORIGENES DE LA CIENCIA MODERNA

Todos los conocimientos, realizaciones y conquistas del saber humano generado en los periodos previos al helenismo, hubieron de ser redescubiertas por Occidente a partir del siglo XII, tras haberse perdido sus huellas durante la Edad Media que siguió a la caída del Imperio Romano occidental en el siglo V. En dicho periodo, las nociones geográficas consideraban un “orbis terrarum”, conformado por el continente europeo y las zonas que lo rodeaban, confinando por lo tanto a la humanidad a una porción relativamente pequeña situada más acá de la inmensa prisión acuosa formada por el Gran Océano que cerraba la esfera habitable de la Tierra por todos lados.

El agua, entonces, representaba el elemento desconocido e impenetrable, el “espacio exterior”, que confinaba el hábitat y el movimiento humano. En esa concepción del mundo no se establecía normalmente una distinción entre la imaginación y los hechos empíricos. Había poco lugar para la observación científica. El cosmos medieval estaba compuesto mayoritariamente de fe, fantasía y percepciones metafísicas, donde los fenómenos del mundo visible eran sólo un pobre reflejo de la vida en las esferas superiores.¹⁸ Las cosas materiales carecían de verdadera importancia desechándose todo interés científico. San Agustín, uno de los arquitectos de la mente medieval, expresa sobre el particular.



Figura 9. El mundo medieval. La perfección (cualidad divina) y la simplicidad del mapa T en O, el Orbis Terrarum.

“(…)Cuando se plantea la pregunta de lo que hemos de creer en cuanto a religión, no es necesario indagar la naturaleza de las cosas como lo hacían aquellos a quienes los griegos llamaban “physici”; tampoco alarmarnos porque los cristianos ignoren la fuerza y el número de los elementos: el movimiento y el orden y los eclipses de los cuerpos celestes ;la forma de los cielos ;las especies y la naturaleza de los animales, plantas piedras, fuentes, ríos, montañas; la cronología y las distancias; las señales de las tormentas en ciernes; y mil cosas más que los filósofos han hallado o creen haber descubierto (...)

¹⁸ Samarkin, V. *Geografía histórica de Europa Occidental en la Edad Media*, Editorial Akal, Madrid, 1976. pp. 258

(...)Basta para el cristianismo saber que la única causa de todas las cosas creadas (...)sean celestes o terrenales (...)es la bondad del Creador, único Dios verdadero(...)"¹⁹

A pesar de encontrarse en esa realidad, se inicia por parte de algunos intelectuales, un lento y paciente redescubrimiento de la ciencia antigua. Ese renacer es el fruto de un complejo proceso que abarcó cinco siglos, desde el XII al XVI, pudiendo ser considerado como uno de los más complejos e importantes acontecimientos de la historia entera de la ciencia. Para poder entender como se conservó y transmitió la ciencia antigua, conviene tener presente, el rol que le cabe a Bizancio como depósito del conocimiento de los antiguos. El gran papel de Bizancio fue precisamente el de preservar muchos textos científicos griegos y helenísticos que fueron sistemáticamente copiados, comentados y anotados, tales como las obras de Ptolomeo, Euclides y Pitágoras, entre los más relevantes.

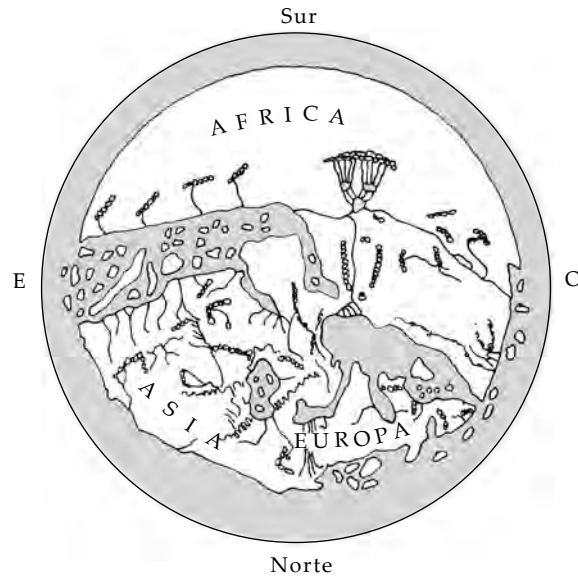


Figura 10. Esquema del mundo según Al-Idrisi, con Europa al Sur y África al Norte.

2.1. EL APORTE DEL ISLAM.

Pero sin lugar a dudas, un rol destacadísimo en este proceso es la aparición de la ciencia islámica. El Islam es uno de los fenómenos más asombrosos de la historia de la cultura. Es notable el reconocer cómo tribus beduinas de los siglos VII y mediados del VIII, pasaron del nivel de nómadas, a brillantes herederos de las culturas antiguas. En menos de un siglo ese credo y su aceptación cundieron por todo el viejo mundo. Varios factores generaron su brillante carrera cultural. Entre ellos, se pueden citar el vigor de un pueblo cuya organización cultural se definía de forma simple y que de pronto se encontró con un

¹⁹ Goldstein, T. *Dawn of Modern Science*, Editorial Houghton Mifflin Company, Boston, Massachusetts, 1980. pp 52-53

legado cultural que se exponía ante sus ojos en las tierras recién conquistadas. Un factor relevante fue El Coran, que con su monoteísmo estricto, fusionó a sus seguidores, reglamentando en todos sus aspectos de su quehacer, conformando una seguridad absoluta en sus propias creencias religiosas, otorgándole a esa comunidad de creyentes una extraordinaria flexibilidad y fortaleza al momento de enfrentarse a otras civilizaciones y a sus legados. Pero quizás el más vital, fue el carácter cosmopolita de la cultura creada por los árabes.²⁰ Abarcando un territorio que se extendía desde el Ganges, hasta el Atlántico, la civilización islámica, unió en su mundo, las tradiciones culturales de la India, Persia y Mesopotamia, Egipto, grandes porciones de Bizancio y del legado Greco-Romano desarrollado por el Imperio Romano en el Occidente Mediterráneo. Con maestría fueron entretejiendo todas estas hebras distintas en una nueva trama cultural, que se mantuvo unida por un idioma, una fe y una forma de vida comunes, pero manejadas con sabiduría, tolerando el libre intercambio de aquellas diversidades originales. La ciencia islámica se inició con la fusión natural de las matemáticas persas e indias, los conceptos filosóficos de los griegos, la medicina, la geografía, la astronomía y las matemáticas de la edad helenística, y todo el saber botánico, farmacológico, zoológico y geológico reunido por el mundo antiguo en su conjunto. Del mismo modo, mediante el comercio, el Islam, sirvió como nexo importante entre las realizaciones tecnológicas y científicas chinas y las necesidades de Occidente.²¹

²⁰ Hourani, Albert, *La historia de las Árabes*, Editorial Printing books, Argentina, 2004

²¹ Kearny, Hugh, *Orígenes de la ciencia moderna 1500-1700*, Ediciones Guadarrama, traducción de Juan José Ferrero Blanco, 1970. pp. 246

Los árabes supieron crear, durante su predominio, primeramente bajo los Omeyas, y sobre todo bajo los Abbasies, un clima de cultura científica que a partir de Bagdad se extiende al Cairo y a la Córdoba de los Omeyas. La ciencia islámica no fue una simple síntesis de los conocimientos de varios pueblos, mantuvieron casi intactos los esquemas helenísticos pero fueron enriqueciéndolos con un gran caudal de nuevas observaciones. Ptolomeo fue la base de sus concepciones generales de la Tierra, pero los progresos propios, como por ejemplo los estudios geográficos de Al-Idrisi, significan un incremento extraordinario respecto de lo que la antigüedad había conocido.²²

Una síntesis del desarrollo cultural y de los conocimientos adquiridos del mundo islámico es posible encontrarlo en la obra de Ibn Jaldun (1332 - 1406), filósofo de la historia y una mente notable. Testigo de la decadencia del mundo árabe marca quizás el límite de la separación cultural entre Oriente y Occidente. Su obra monumental "Introducción a la Historia Universal" (Al -Muqaddimah), abarca una gran parte de los conocimientos humanos y se detiene en el siglo XIV, después de recorrer una gran porción de la historia de la humanidad conocida de su época.²³

²² Lewis, Bernard, *The Arabs in History*, Editorial Harper Tofchbooks, Nueva York, 1960. pp. 439

²³ Ibn Jaldun, *Introducción a la historia universal* (Al-Muqaddimah), Fondo de Cultura Económica, México, 1987. pp. 1165

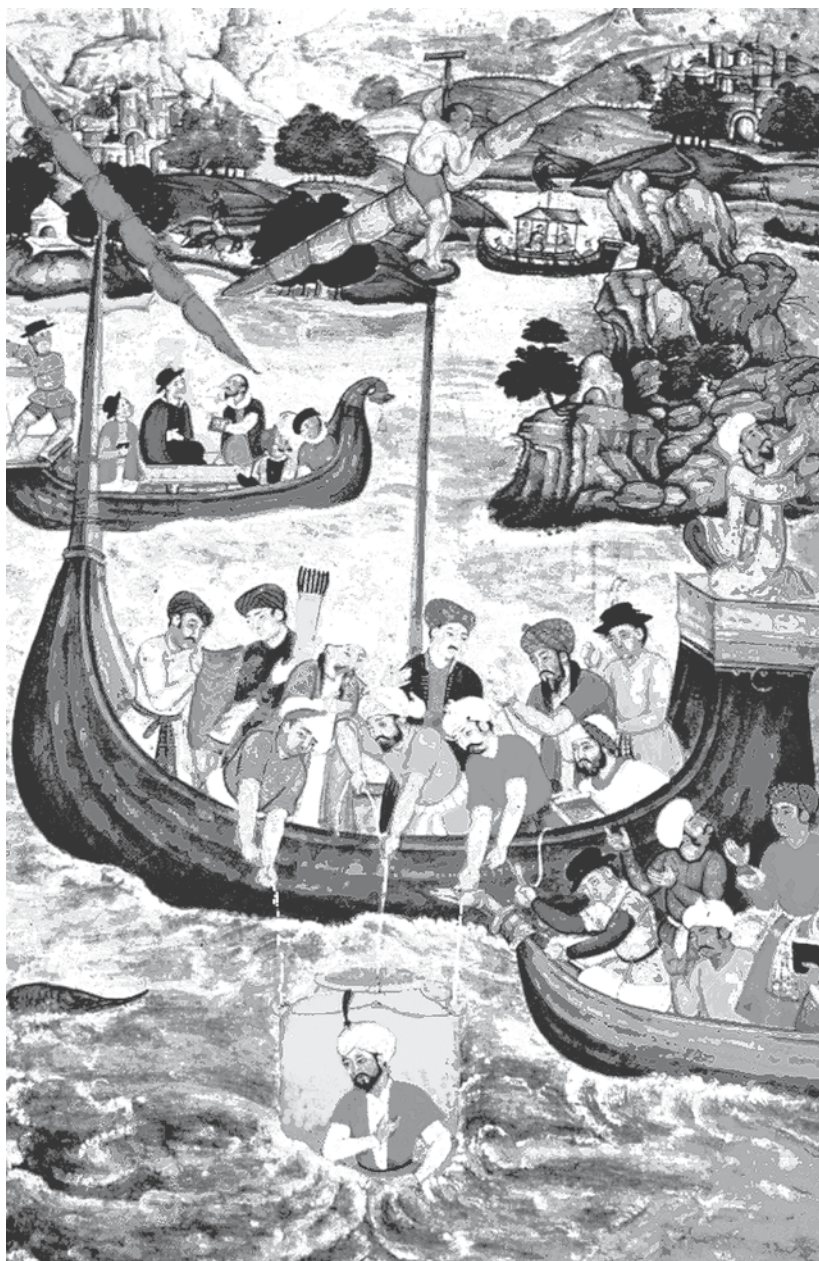


Figura 11. Grabado árabe de la inmersión de Alejandro el Magno.

En el Libro Primero, de su obra, hace una descripción detallada de la superficie de la tierra y de los mares, dividiendo la supuesta parte habitable de la Tierra, en un sistema ordenado, conformado por siete climas, en longitud y en diez fracciones iguales que se siguen de Oeste a Este.

“(...) Los sabios de la antigüedad, como quedó mencionado, han dividido el mundo habitado –al Norte del Ecuador–, en siete climas, que señalan con líneas imaginarias, trazadas de occidente a oriente, asignando a cada clima una anchura diferente, tal como lo explicaremos (...)”²⁴

Con esa base, Jaldun describe los diferentes océanos conocidos, sus límites y características. Naturalmente y considerando los conocimientos de la época, no hay la menor descripción del territorio sumergido, sin embargo, es notable destacar la mención que hace de los fondos marinos aunque en un contexto bastante particular. En efecto en las primeras páginas de su Libro Primero, al definir la verdadera finalidad de la historia, acota: **“La mentira se introduce naturalmente en los relatos históricos, convendría señalar aquí las causas que la determinan(...)”²⁵** Luego de enumerar sus siete razones de esas causas, ilustra su argumentación con uno de los mejores ejemplos de mentira, que se podría pensar en esa época y que precisamente tiene que ver con el mundo submarino, que representaba probablemente el espacio geográfico inaccesible por antonomasia y quizás nunca alcanzable por el ser humano.

“(...) Muy a menudo ocurre que los hombres con el simple oír-decir, aceptan leyendas absurdas, que comunican en seguida a los demás y se divulgan basadas en su palabra. Por el estilo es la narración de Al Masudi relativa a Alejandro Magno. Según esta leyenda, el macedonio, viendo que los monstruos marinos le impedían fundar la ciudad de Alejandría, mando fabricar un cofre de cristal. Ya metido dentro del cofre se hizo descender al fondo del mar, en donde pudo diseñar las figuras de dichos monstruos diabólicos, que se ofrecían a su vista. De vuelta en tierra encargo la reproducción de aquellas figuras en cierto metal. Hechas las cuales destacó las delante de los edificios que se habían comenzado. Al salir los monstruos de nuevo y ver a aquellas imagines suyas, emprendieron la fuga dejando así llevar a cabo la construcción de la referida ciudad. Lo anterior forma parte de una larga historia, plena de cuentos fabulosos, como absurdos. Por una parte, no era posible fabricar un cofre de cristal capaz de resistir los violentos embates de las olas; por otra parte, un rey no se expone fácilmente a semejante aventura, tan peligrosa como imprudente. Luego, si el se arriesgaba en parecida temeridad, se exponía a perder su propia vida: el pacto social se rompería y sus súbditos se reunirían en torno a otro príncipe, sin dejarle tiempo siquiera para regresar de su imprudente expedición. Además, los genios no tienen una forma ni figura particular, sino que ellos pueden tomarla a capricho. Cuando se refiere que estos poseen numerosas cabezas se tiene por finalidad, no el decir una certeza, sino inspirar el horror y el espanto.

²⁴ op cit, pp. 165

²⁵ op cit, pp. 141

Todas estas extravagancias contribuyen al descrédito de la narración de Masudi, pero hay todavía un hecho que demuestra, de una manera más evidente, la absurdidad y la imposibilidad física de lo que nos cuenta. El hombre sumergido en el agua, aunque fuera dentro de un cofre, bien pronto sentiría una gran insuficiencia de respiración natural, dada la rareza del aire, y su halito no tardaría en calentarse. Privado del aire fresco, que mantiene en equilibrio ente el pulmón y los espíritus cordiales (Literalmente, "el espíritu del corazón"), moriría en el acto.

Tal es la causa que ocasiona la muerte de las personas encerradas en la pieza de un baño, en donde se suele evitar la penetración del aire fresco. Igualmente es el motivo que hace perecer a los que descienden a un pozo o un subterráneo de grande profundidad ;donde el aire es calentado por las mismas, a falta del viento para disipar esas emanaciones ;por lo mismo, el que baje a esa profundidad perece instantáneamente. De ahí la razón que el pez cesa de vivir en el momento que se halla fuera del agua pues el aire no es suficiente para mantener el equilibrio de su pulmón, cuyo calor extremo requiere ser temperado por el frescor del agua. La atmósfera a la que se la hace salir es demasiado cálida para él, cuyo efecto obra rigurosamente sobre su espíritu animal, y el pez muere súbitamente. Se explica de la misma manera la muerte de las personas tocadas por un rayo."²⁶

26 Ibidem, pp. 142-143

Este relato incluido en una obra que representa, junto a otros documentos de indudable riqueza, la cultura islámica, contenían el caudal más completo de conocimientos sobre el mundo natural que, jamás compilará hasta entonces la humanidad. Esos conocimientos estaban en las puertas de sector del mundo que los heredaría, que los enriquecería y que en definitiva construiría los cimientos del mundo moderno.²⁷

2.2. LA CIENCIA EN LA EDAD MEDIA.

En efecto, al otro lado de los Pirineos estaban los pueblos que se consideran como típicamente occidentales y europeos pero que estaban en ese momento, todavía muy lejos de abarcar la totalidad de Europa. Dicho territorio estaba limitado culturalmente, hacia el Sur por la cultura musulmana occidental de España y del Norte de África, que cubría además la casi totalidad de la cuenca mediterránea. Hacia el Este, por la cultura Bizantina que dominaba en la región de los Balcanes y en el Mar Egeo que además se contactaba con Occidente vía las ciudades comerciales de Venecia, Amalfi, Pisa y finalmente en el septentrión frío y lejano, donde estaban los pueblos eslavos en las costas de los mares Blanco y el Báltico, que se caracterizaban por una tradición cultural muy independiente.²⁸

27 Russo, F., *Histoire des sciences et des techniques*, Editorial Bibliographie, París,1954

28 Talbot Rice, David, *Historia de las civilizaciones*, La Alta Edad Media, Tomo V, Alianza Editorial, Madrid,1988

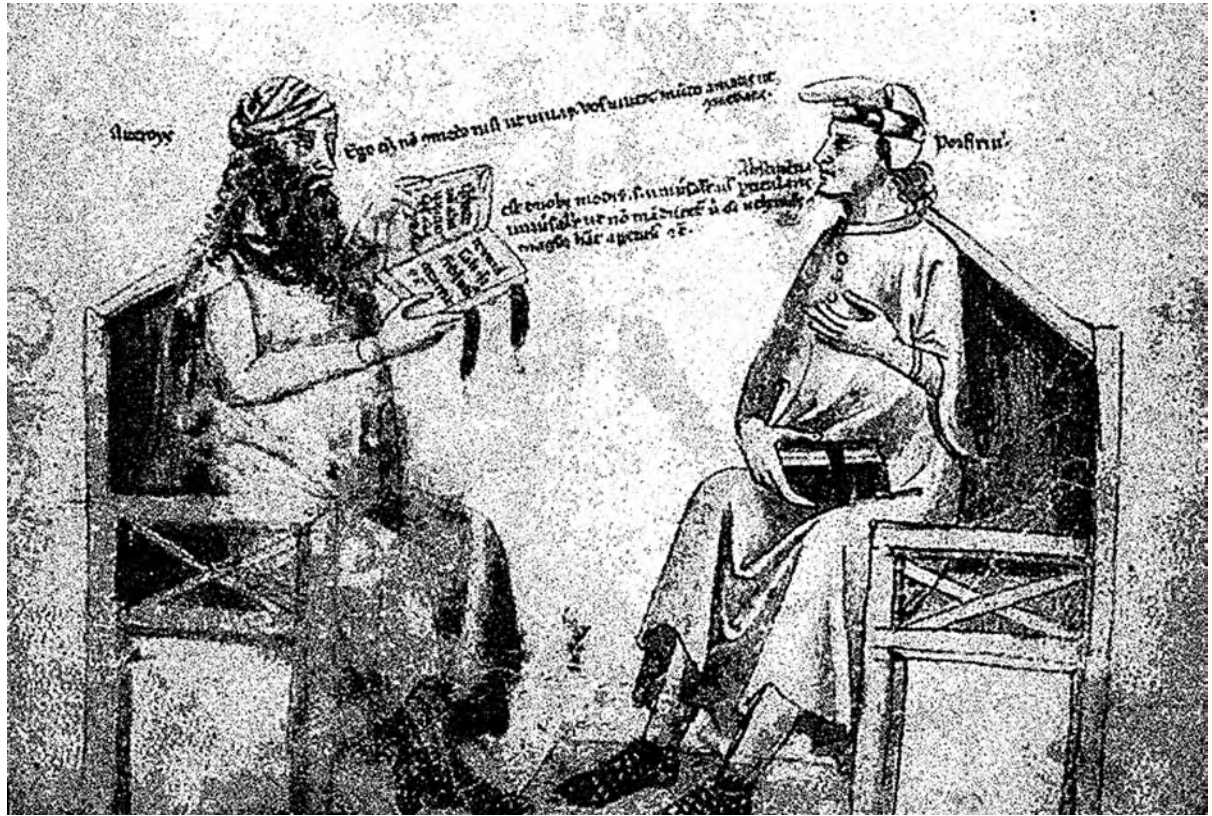


Figura 12. Diálogo de Averroes con Porfirio. El traspaso de los conocimientos.

Ya las cruzadas habían generado los primeros contactos de los europeos con el mundo cultural exterior, particularmente con el mundo árabe, mostrándoles una civilización extraña muy desarrollada por sobre todo extremadamente apasionante a los ojos del europeo.²⁹

La reconquista de España, reveló entonces, a la naciente cultura, una región, situada geográficamente en la Europa misma pero impregnada de la cultura islámica donde encontraron una riqueza cultural notable. El percatarse del grado del conocimiento de la naturaleza y su traspaso a la vida cotidiana, en la medicina, las matemáticas y las instituciones de gobierno, para mencionar alguno de aquello, generó entre los europeos, estímulos intelectuales muy importantes. Las bibliotecas que contenían los escritos científicos que los árabes habían abandonado en sus estantes, empezaron a ser conocidos, con la ayuda de judíos españoles conocedores de la lengua árabe en Barcelona, Segovia, León, y particularmente en Toledo. Prácticamente al cabo de un par de generaciones, lo fundamental del conocimiento árabe, quedó traducida al latín, que era el lenguaje utilizado por los eruditos e intelectuales. En el lapso de 100 años, Occidente asimiló en su esencia, el saber científico islámico y el que lo había precedido. Ello sin embargo, no significa que los pueblos europeos, que conocen en esas circunstancias la ciencia antigua transmitida por el Islam, no habían tenido un desarrollo propio anterior.

29 Runciman, Steven, *Historia de las Cruzadas*, Alianza Editorial Tomo I Madrid, 1973 y Evans, Joan, *Historia de las civilizaciones*, La Baja Edad Media, tomo VI, Alianza Editorial, 1988

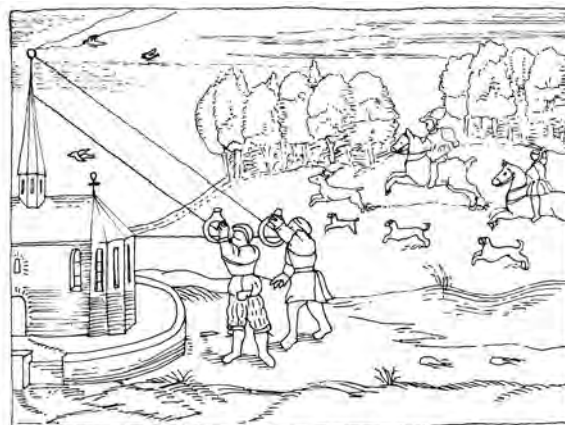


Figura 13. Medición con instrumentos de alturas y relieves.

De hecho a partir de Carlomagno se inicia un revivir cultural aunque parcial, compartido con períodos de decadencia, en cada uno de los cuales, parecía que Europa se hundía en un estado de confusión y casi barbarismo. Este revivir, inicia un movimiento de progreso en prácticamente todos los aspectos de la cultura. Fue en esas circunstancias, que la imaginación conquistadora del Renacimiento, servida por el progreso de las artes y de los oficios estimula en toda la Europa la imaginación creadora y nace con inusitado vigor, una nueva visión de la Tierra.³⁰

La concepción del mundo medieval fue totalmente revisada, los mitos que prevalecían en los campos del conocimiento fueron casi en su totalidad erradicados.

30 Dawson, Christopher, *The making of Europe. An introduction to the history of European unity*, Editorial Cristina Scott, Esmond Court, Londres, 1970.

Se le confirió gran valor a la observación directa como el principal procedimiento para lograr el avance de la ciencia, dando paso así, a una nueva concepción del mundo y sentando los fundamentos del racionalismo y el empirismo moderno.³¹ Uno de los insignes portavoces de esta nueva visión, fue el pensador franciscano Robert Bacon (1561 - 1626) que gracias a un profundo discernimiento de las potencialidades del método científico, previó un desarrollo científico futuro, con una agudeza hasta profética.³²

“(...) Pueden hacerse maquinas para la navegación sin remeros, de modo que los barcos más grandes en ríos o mares, puedan moverse bajo el control de un solo hombre, con mayor velocidad que si estuvieran llenos de hombres(...) Y se pueden hacer maquinas para caminar en el mar y los ríos y hasta para llegar al fondo sin peligro(...) Esas máquinas se construyeron en la antigüedad y se han hecho seguramente en nuestros tiempos, excepto, quizá, la máquina voladora que no he visto, pero se de un experto que ha ideado la manera de hacerla (...) Tales cosas pueden hacerse casi ilimitadamente(...) y mecanismos y motores de los que no se sabe nada(...)”³³

³¹ Kearney, Hugh, *Science and Change. 1500-1700*, Editorial Harper, Boston, 1968.

³² Chevalier, Jacques, *Historia del Pensamiento, Tomo III* Editorial Aguilar, 1963, pp. 25-36.

³³ Goldstein, Thomas, Op. Cit., pp. 87



Figura 14. Francis Bacon.

2.3. LOS PRIMEROS VIAJES OCEANICOS

A lo largo del siglo XV y de la mayor parte del XVI, con el inicio de los viajes marítimos sistemáticos, iniciados por Enrique el Navegante (1394 - 1460) y los que les siguieron, enriquecieron la suma de los conocimientos humanos, contribuyendo así con una enorme cantidad de informaciones que se basaban en la observación directa de las nuevas realidades.³⁴ El mismo Bacon, reconoce que los viajes marítimos contribuyeron fuertemente al avance de los conocimientos científicos.

³⁴ De la Croix, Robert, *Des navires et des Hommes. Histoire de la Navigation*, Editorial Fayard, Paris, 1968.

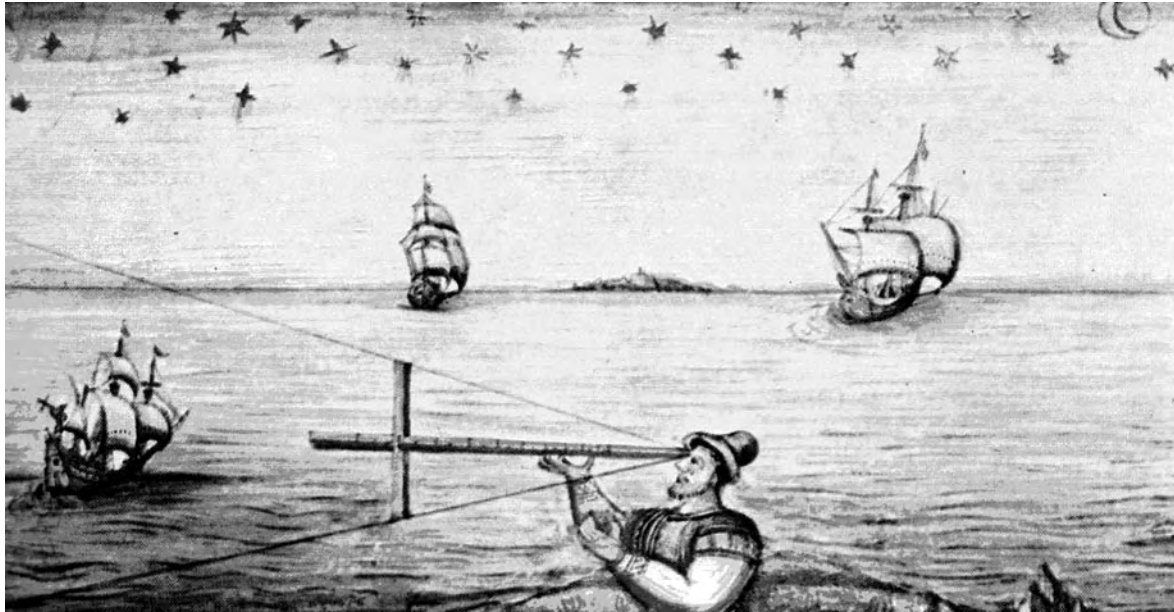


Figura 15. Manejo de la Ballestita para el cálculo de la situación por la altura de los astros.

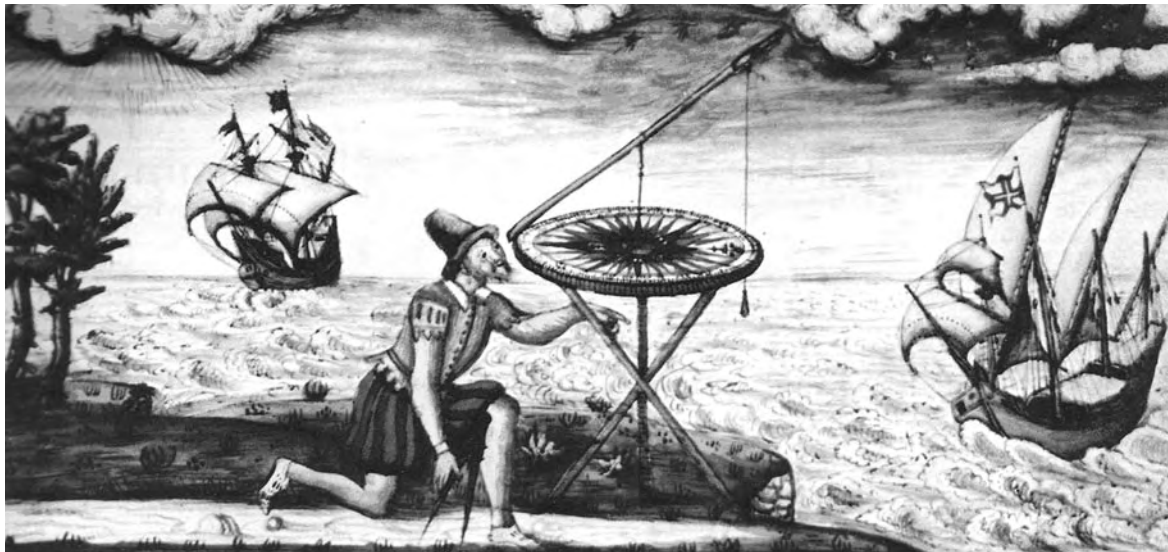


Figura 16. Modo de determinación de la latitud por la observación de la altura del Sol a mediodía.

“(...)Y esta pericia en la navegación, así como los descubrimientos, pueden muy bien dejar sentado que se de también la esperanza de un cultivo mayor y un aumento en todas las ciencias, pues bien puede decirse que fue un designio de Dios que hayan sido coetáneos, es decir, que se hallan dado al mismo tiempo(...)”³⁵

Como se verá más adelante, al revisar la hipótesis de Wegener, de la deriva continental es necesario hacer justicia en Roger Bacon que en su obra “*Novum Organum*” ya había sugerido el alejamiento de África y América del Sur, sugiriendo que este alejamiento se podría evidenciar por la relación de los contornos de ambos continentes que se afinan hacia el sur y ciertas similitudes entre la costa pacífica de América del Sur y la costa atlántica de África.³⁶

Las informaciones así generadas, aceleraron el ritmo del conocimiento científico en forma nunca antes vista. Estos viajes y sus relatos, estimularon a los humanistas a desafiar a los conocimientos establecidos en la ciencia antigua derribando los mitos y exponiendo a la luz hechos nuevos que impactaron los conocimientos previos de la cosmología, la geografía y prácticamente de todas las ramas de las ciencias naturales. Se establece la importancia de la experimentación en los estudios científicos.

Ello hace reconsiderar algunos conceptos muy adentrados que consideraban que la Tierra se encontraba rodeada por una región tórrida en la que no podía florecer la vida humana, que el ecuador estaba habitado y que los mares y océanos no eran tan bastos.³⁷

Los grandes navegantes Colón, Vasco de Gama, Magallanes, Elcano, fueron entre muchos los grandes colectores de antecedentes de lo que podría denominarse en esa época “el mundo exterior”. Estos osados exploradores y descubridores realizaron una labor descomunal como colectores de noticias e informaciones de toda naturaleza.³⁸ En 1513, Vasco Núñez de Balboa toma posesión -en nombre de la corona de Castilla- de las costas que bañan el Mar del Sur. Esta importante acción da lugar a las actividades de España en esas latitudes por más de dos siglos. Durante la primera mitad del siglo XVI, los españoles se enseñorean del Pacífico, descubriendo Hawai, todos los archipiélagos de la Micronesia, la Nueva Guinea y algunas de las islas que hoy conforman el archipiélago de las Bismark. Faltaba solamente reconocer el Pacífico austral, donde se hallaba la mayor tierra oceánica; la Australia que en esa época era parte de la “*Quarta Pars Incognita*”.³⁹

35 Goldstein, Thomas, Op. Cit., pp. 87

36 Carozzi, A, *Apropos de l origine de la Theorie des derives continentales: G.R. Seances Soc. Phys. His. Nat. Ginebra, 1970.*

37 F,Kearney, *Origins of the Scientific Revolution*, Editorial Goodfield, Londres 1969.

38 Collinder, P., *A history of man and navigation*, Editorial Martin Press, Nueva York, 1955.

39 Prieto, C., *El Océano Pacífico: Navegantes Españoles del siglo XVI*, Alianza Editorial, 1984.

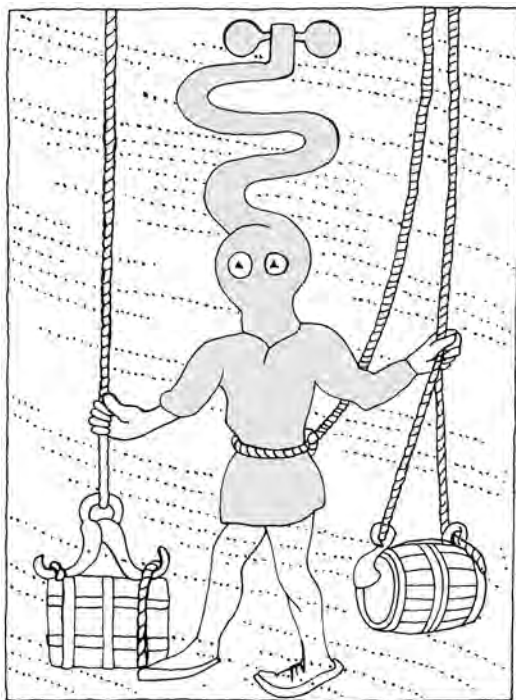


Figura 17. Diseño del escritor militar Flavio Vegio de Constantinopla en 1430.

La famosa “Casa de Contratación de las Indias Occidentales” centralizó pronto la labor de anotación de lo observado mediante las llamadas “Relaciones de Indias”, que incluían detalladas descripciones; límites, toponimia, etnografía, flora y fauna. Esta “Casa de Contratación”, se crea en 1503, inspirada en la “Casa de Mina e da India” creada en Portugal en 1482 y cuya misión era la de fiscalizar la salida y llegada de las embarcaciones que viajaban hacia el Oriente.⁴⁰

⁴⁰ De Brossad, Maurice, *Histoire Maritime du monde*, Editorial France -Empire, Paris, 1974.

Fernando el Católico crea en 1508 el cargo técnico de “Piloto Mayor” que tenía como función el examinar a los pilotos y la supervisión de las cartografías y los instrumentos que deberían ser utilizados en los viajes. Luego en 1523, se creó el cargo de “Cosmógrafo Mayor” que era el responsable de todos los instrumentos náuticos que habían de ser utilizados en las grandes navegaciones. **“E mandamos a todos los pilotos de nuestros reinos e señoríos que agora son o serán de aquí en adelante, que quisieran ir por pilotos en la dicha navegación de las dichas islas e tierra-firme, que tenemos, a la parte de las Indias e a otras partes en el Mar Océano, sean instruidos y sepan lo que es necesario saber en el cuadrante e astrolabio, para que junta la practica con la teoría, se puedan aprovechar dello en los dichos viajes que hicieren (...)”**⁴¹ Una muy importante misión de “La Casa de Contratación” era la construcción y la custodia del “Padrón Real” o mapa arquetipo que desde 1512 se renovaba continuamente, según iban llegando las novedades aportadas por los pilotos, luego de cada viaje. En 1552 se crea la cátedra de navegación y astronomía, donde los pilotos deberían asistir durante un año a clases de navegación y cosmografía, astronomía y geografía, los métodos para obtener la latitud y el manejo de los principales instrumentos, tales como la brújula, astrolabio, cuadrante y ballestilla, los problemas que se planteaban con la declinación de la aguja, los métodos para determinar la hora actual y lo relacionado con las mareas.⁴²

⁴¹ González, Francisco José, *Astronomía y Navegación en España, siglos XVI a XVIII*, Editorial MAPFRE, 1992, pp. 76

⁴² Rivera Novo, Belén y Martín Meras, Luisa, *Cuatro siglos de cartografía en América*, Editorial MAPFRE 1991.

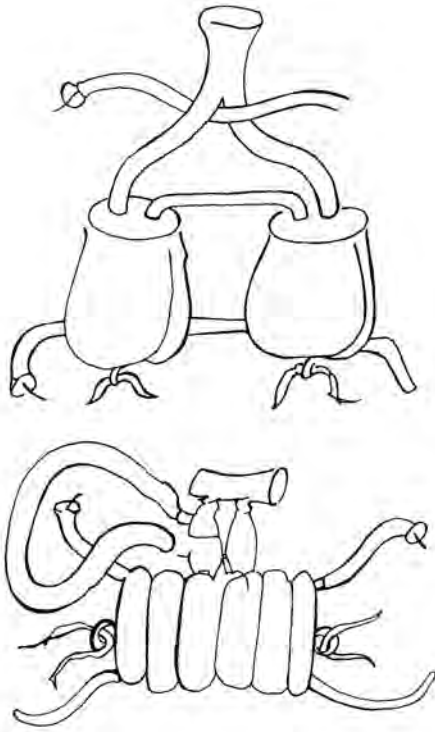


Figura 18. Equipos autónomos de buceo confeccionados con tripas de cerdo, según la patente de Jerónimo de Ayanz de 1606. Se ataba con cintas al pecho o a la espalda del buceador que por medio de válvulas respiraba el aire contenido en vejigas o fuelles que el mismo accionaba.

Más tarde, se reunieron y sistematizaron los antecedentes y descubrimientos generales de los nuevos territorios. Una de las primeras obras de esa naturaleza, fue la "Geografía y descripción universal de las Indias" de Juan López de Velasco publicada en 1574. Todos estos nuevos conocimientos se extendieron por los centros culturales de toda Europa. Los diarios de los viajes, las cartas de los viajeros,

los mapas y las reseñas, relatadas por los marinos y los viajeros, generaron expectativas y desafíos que dan lugar a una imaginación creadora. Se inicia una etapa más osada iniciándose el diseño y construcción de instrumentos que conforma un imaginativo e interminable desfile fantástico de ingenios, artificios mecánicos y naves sumergibles, muchos de los cuales jamás se construyeron, quedando quizás en lo anecdótico, pero que tenían la intención de develar el mito de un mar misterioso e inaccesible.⁴³

2.4. EL RENACIMIENTO. LEONARDO DA VINCI.

Quien otro si no Leonardo da Vinci (1452 -1519), que representa como ninguno este espíritu renacentista, se atreve a sumergirse en lo desconocido. El representa una personalidad en extremo particular ya que no encaja con ninguna de las categorías aceptadas de que disponemos, quizás a causa de su excesiva vitalidad. No era solamente el observador científico imparcial, claramente seguro de su posición analítica superior; ni tampoco el artista apasionado irremisiblemente enamorado de su materia. Tampoco se pueden considerar sus observaciones científicas como las de cualquier aficionado, a pesar de su calidad, a menudo poética.

⁴³ Herdman, William, *Los fundadores de la Oceanografía y sus tareas*, Editorial, Edwin Co, 1923

Estos aspectos revelan una mente extremadamente original, en numerosos temas increíblemente más avanzada de su época, fértil en sus intuiciones más asombrosas y siempre encuadradas en un sólido sentido metodológico, aunque tampoco se puede estar cierto en precisar cual era ese método.⁴⁴

¿Cómo encajar esa personalidad en algún tipo de categoría de la personalidad humana? Su pensamiento científico, permanecía siempre fuera de la corriente principal, particularidad de una mente formidable, considerando que tampoco tenía una preparación académica, pero que suplía con la ávida lectura. De hecho nunca aportó una sola contribución directa al desarrollo sistemático del saber científico. Todas sus observaciones que son extraordinariamente numerosas, son más que nada apuntes desordenados, son una especie de monólogo vago, pero incansablemente dedicado a la contemplación de un fenómeno tras otro, en una secuencia alternada y casi sin aliento. Cada fenómeno que estudiaba, debió ser algo que estudiaba para sí.

Esa mente notable, capaz de anticipar revoluciones científicas casi del siglo XXI, las plasmaba en sus escritos con la letra al revés, lo que no era al parecer en razón de que tuviera de ocultar algo a algún tipo de censura, sino que probablemente ese particular modo era consustancial al funcionamiento de su mente: al anotar esas observaciones realmente se comunicaba consigo mismo. Era de la clase de hombres solitarios, que realizan acciones individuales. No es por lo tanto difícil de imaginar que una per-

sonalidad de esas características, intentara penetrar también en las profundidades del océano, marcando una senda que si bien no se propagó en su época, hace hoy que miles de personas puedan penetrar por debajo de la superficie del océano.⁴⁵

Leonardo de Vinci, realiza una descripción de los órganos que debería poseer su "hombre pez"; lo provee de aletas, y un aparato respiratorio. Máscara y vestimenta protectora. Sin embargo, advierte:

"(...) Cómo mucha gente puede mantenerse bastante tiempo bajo el agua con un aparato, no escribo aquí esta mi manera de permanecer bajo el agua tanto tiempo como puedo estar sin comer. Y esto no lo publico ni lo divulgo a causa de la mala condición de los hombres, los cuales recurrirán entonces a los asesinatos en el fondo de los mares, destrozando los barcos por la cala y haciéndolos ir a pique junto con los hombres que llevaran a bordo. Y aunque enseñe otras maneras de permanecer bajo el agua, estas no implican peligro alguno, porque en la superficie de la misma aparece la abertura puesta sobre odres o flotadores de corcho del tubo por el cual respiran."⁴⁶

44 Richard, Pamela, *The Notebooks of Leonardo da Vinci*, Editorial Spectrum, Boston, 1972

45 Ibidem.

46 Foex, Jean-Albert, Op. Cit., pp.143

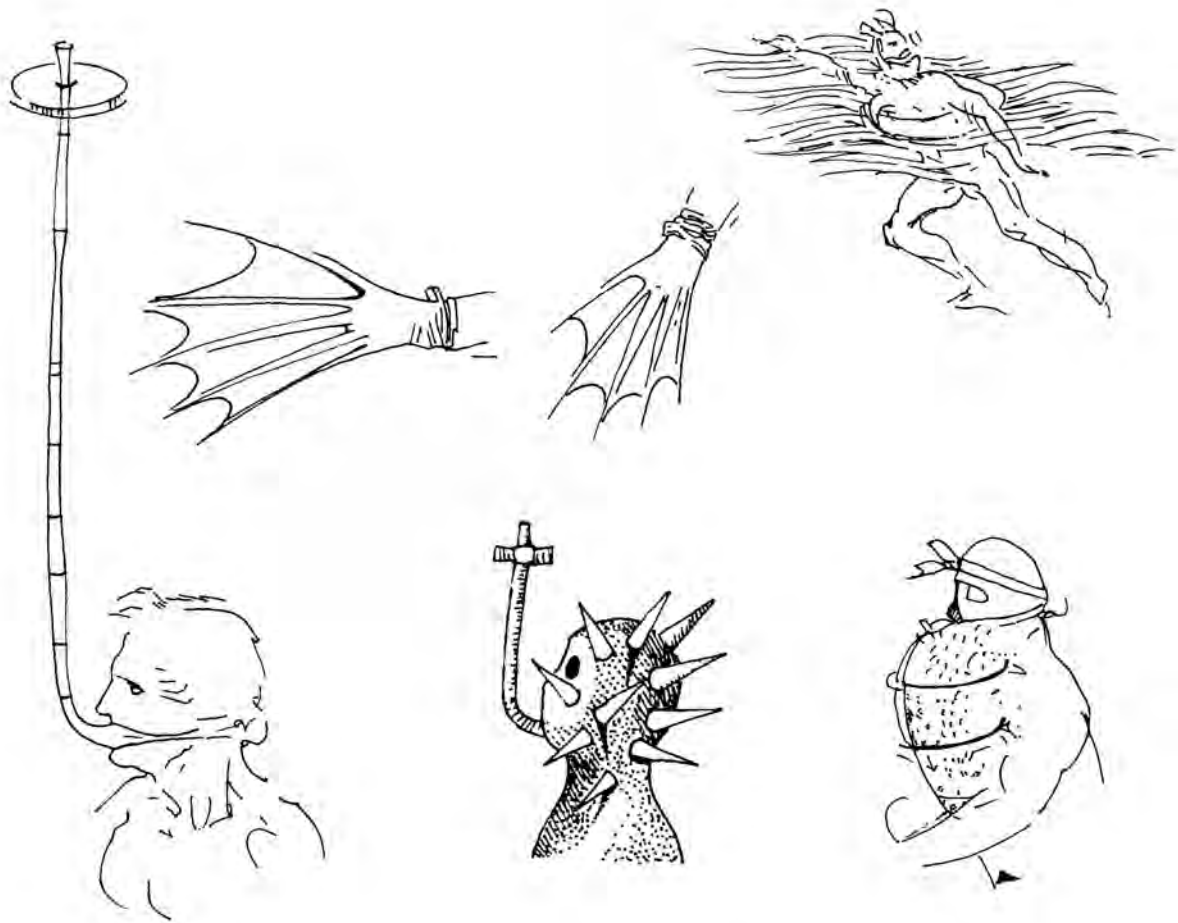


Figura 19 . Bosquejos del “hombre pez ” realizados por Leonardo de Vinci. La mascara esta protegida con púas, por posibles ataques de peces.

El genio inventivo de Leonardo personifica la esencia misma de la cultura renacentista, la fascinación por la vida, en contraste con la ultramundinidad tradicional de la cultura medieval que le precedió.⁴⁷ Se puede afirmar que a partir de esa época, la imaginación creadora llevó a los inventores y a los pensadores por dos caminos que se mantendrán hasta nuestros días.

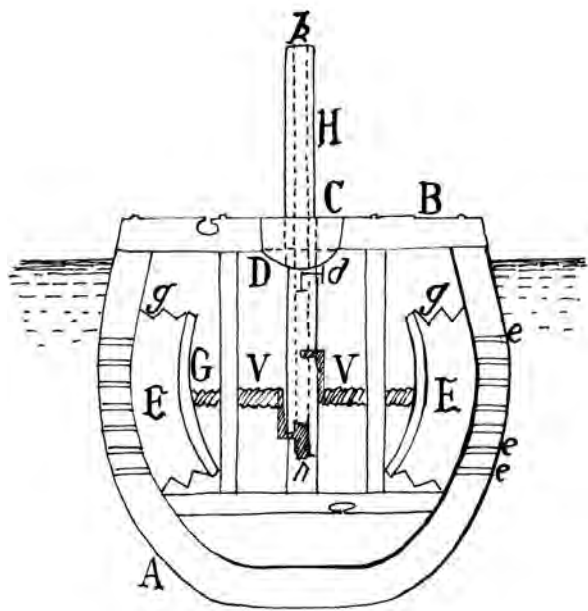


Figura 20. Diseño del ingenio de William Bourne.

El uno hacia el espacio aéreo el hombre volador y las máquinas volantes y el otro hacia el espacio marino el hombre-pep y los sumergibles. En este último aspecto, algunos se dedican a perfeccionar la escafandra o sea el equipo del hombre propiamente tal y otros en el desarrollo de ingenios más protectores más espaciosos en los cuales será posible instalarse. La descripción de uno de esos ingenios es la que realizó William Bourne (1536-1634) en su obra "Inventions or Devices"

"(...) Es posible construir una nave o un barco que pueda ir por debajo del agua hasta el fondo y también remontar luego a la superficie a voluntad. He manifestado que todo objeto que se sumerge por si mismo es más pesado que su volumen de agua y que si es más ligero que ese mismo volumen, flota y aparece en la superficie con arreglo a la proporción de pesos y como está demostrado que esto es exacto, entonces toda masa o todo cuerpo que se encuentra en el agua conservando el mismo peso cualquiera que sea el volumen, si puede hacerse mas grueso o menos grueso a discreción, podrá pues, flotar si lo queréis o bien hundirse a vuestro capricho .

Para obtener este resultado es preciso que los flancos que hacen más o menos grueso sean de cuero y que tengan en el interior roscas susceptibles de hincharlos o deshincharlos. Y para hacerlo sumergir será necesario, con las roscas llevar hacia adentro esas paredes para hacer su volumen más débil. Y, para hacerlo flotar, empujar las paredes hacia fuera con las roscas a objeto de hacer el aparato mas grueso y flotara este en razón de la cantidad que permanezca sumergido en el agua (...)"⁴⁸

⁴⁷ Merekovski, Demetrio, *Leonardo da Vinci* Editorial Diana, México, 1953

2.5. LA CARTOGRAFIA NAUTICA

En forma paralela a estas acciones individuales, que solamente muestran una intención por ir más allá, se continúa progresando en el conocimiento del océano, particularmente en materias e instrumentos fundamentales para la navegación, como la cartografía, la que da pasos significativos en su desarrollo. Se inicia un nuevo tipo de cartografías basadas en los mapas anteriores que eran aún del tipo Portulano, los cuales a su vez estaban basados en aquellos generados durante la Edad Media, por Al-Idrisi, las cartografías de Hereford, y los de la Escuela Catalana. En efecto, los mapas náuticos de los siglos XII y XIII, llevaban el nombre de “charta”, a diferencia de los mapas terrestres, que se llamaban “mappa”. Las cartas más famosas eran los portulanos italianos, es decir, mapas de las costas marítimas. Estos estaban orientados según los puntos cardinales. En el centro del mapa se encontraba la rosa de los vientos, de la cual partían líneas delgadas, que indicaban la división en rumbos y observaban las escalas de las distancias.

Los portulanos abarcaban el territorio de todas las costas mediterráneas, como también las regiones vecinas del mar Negro y de la costa atlántica de Europa. Un paso trascendente, que mejora la cartografía fue el famoso Mapamundi de Juan de la Cosa (1500).⁴⁹

La “Casa de Contratación” partiendo de estos nuevos antecedentes, desarrolló una cartografía

náutica intermedia la denominada “Carta Plana”, que mediante la determinación de latitudes más correctas, permitió, a pesar de la imperfección en el cálculo de longitudes, la ubicación de ciertos puntos capitales, corrigiendo las enormes deformaciones de los portulanos. Un paso decisivo se dio mediante la modificación de las cartas planas hasta convertirlas en esféricas, destacándose en ese sentido Gerhard de Kremer más conocido como Mercator (1512 – 1594). Junto a estas observaciones geográficas se inicia el aporte de otros datos de la naturaleza que serían vitales para una navegación exitosa y segura, al reconocerse entre otros aspectos, la importancia de las variaciones magnéticas que ya habían sido reconocidas en los primeros viajes de largo aliento.⁵⁰

Es posible reconocer esta importancia, tal como lo refiere la bitácora de Cristóbal Colón en su primer viaje. El día 17 de Septiembre de 1492 anota el Almirante: **“Tomaron los Pilotos el Norte, marcándolo, y hallaron que las agujas noruesteaban una gran cuarta, y temían los marineros y estaban penados y no dezian de que. Cognociolo el Almirante, mando que tornasen a marcar el Norte en amaneciendo y hallaron que estaban buenas las agujas.**

⁴⁸ Antier, Jean-Jacques, *Histoire Mondiale du Sous-Marin*, Editorial Robert Laffont, Paris, 1968, pp. 29

⁴⁹ Bagrow, L., *Hystory ef Cartography*, Editorial R.A. Skelton Watt & Company, Londres, 1964.

⁵⁰ Cottler, J. y Jaffe, H., *Map Makers*, Little Brown Company, Boston, 1939.



Figura 21. Cartógrafo en su estudio.

La causa fue porque las estrellas que parece haze movimiento y no las agujas (...)” y el Domingo 30 escribe: “(...) También en anocheciendo, las agujas noruestean una cuarta, y en amaneciendo están con la estrella justo, por lo cual parece que la estrella haze movimiento con las otras estrellas, y las agujas piden siempre la verdad (...).”⁵¹

Con Álvaro de Mendaña, Quiroz y Torres se llega a la culminación de la historia de los descubrimientos oceánicos, abriendo, principalmente en el mar del Sur un nuevo camino entre las islas coralíferas y volcánicas de la Polinesia. Con los viajes de Quiroz y Torres se inicia la decadencia de política española, lo que inmediatamente es aprovechado por las otras potencias europeas que comienzan a incursionar en lo que hasta ese momento era prácticamente un lago español. Francia hace su aparición con Bouganville, e Inglaterra que ya esporádicamente había hecho un intento con Drake, inicia con lord Anson, una verdadera política hacia el Pacífico. Es así como entre 1764 a 1766 el comodoro John Byron, realiza su viaje en torno al Globo, con fines aparentemente científicos ya que el verdadero motivo era la localización de aquellas tierras que los españoles guardaban celosamente. El mismo año del regreso del comodoro Byron parte al Pacífico, Samuel Wallis que llega a Tahití, ya descubierta por Quiroz medio siglo antes, denominándola isla de San Jorge.⁵²

⁵¹ Cristóbal Colón, *Los cuatro viajes. Testamento*, Alianza Editorial, Madrid, 1986, pp. 51 Ç

⁵² Reussener, A., *La Puissance navale dans l'histoire*, Tomo I., Editorial Maritimes, Paris, 1951.

TERCERA PARTE

TERCERA PARTE

EL DESARROLLO DE LAS CIENCIAS NATURALES EN LOS INICIOS DE LOS IMPERIOS COLONIALES.

La penetración de las potencias europeas en pleno en el Océano, particularmente en el Pacífico, se da en los momentos cuando se había iniciado en Europa, una especie de matematización de las ciencias de la Tierra. La Condamine, Bouguer, Gilbert, Jorge Juan y Antonio de Ulloa, miden la longitud del grado de meridiano en el Ecuador, lo que permite, al compararse con otras observaciones similares realizadas en Laponia, demostrar empíricamente el achatamiento de la Tierra. Cavendish determina la masa y la densidad del globo terrestre. Se inician los viajes científicos por mar, destacándose los del Capitán Cook en el Pacífico, lo que va preparando el camino de nuevas disciplinas, tales como la que después será bautizado con el nombre de Geofísica, disciplina que estudia entre otros aspectos el Clima, la Oceanografía, el Vulcanismo, y el Magnetismo Terrestre, que se desarrolla posteriormente en plenitud con los viajes de Humboldt a comienzos del siglo XIX.

Estos conocimientos y experiencias genera la meditación a filósofos y naturalistas sobre el "Origen natural" del Cosmos. De allí que procedan del siglo XVIII las primeras doctrinas cosmogónicas del mundo moderno, como las de Kant y La Place sobre la formación del sistema solar, y la de Buffon acerca de la génesis de la Tierra.

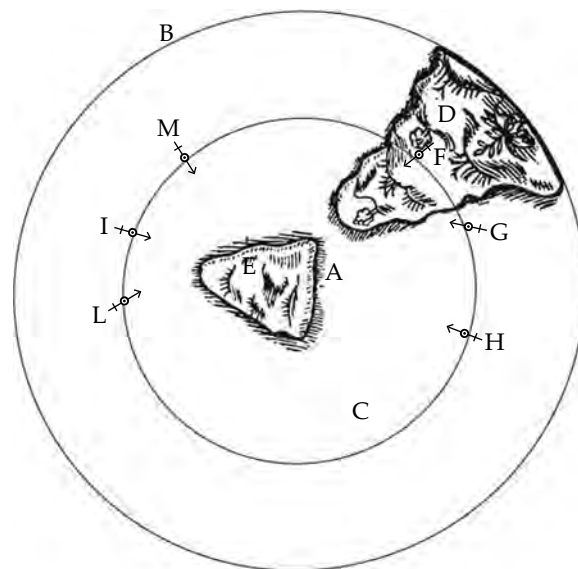


Figura 22. Diagrama de William Gilbert para ilustrar el comportamiento de un imán en diferentes posiciones. "De magnete" del año 1600.

Esta última tiene una gran importancia histórica por ser prácticamente el primer ensayo eficaz de los hechos observados acerca de la historia de la Tierra.⁵³

⁵³ Stokes, William, *Essentials of Earth History: An Introduction to Historical Geology*, Englewood Cliffs, Nueva Jersey, Prentice-Hall, 1966.



Figura 23. El Conde de Buffon.

George Louis Leclerc, conde de Buffon, era un cortesano elegante, ilustrado y experimentado. Su condición de intendente del Jardín Real de Plantas de París, le confería una posición casi intocable. Su posición social por lo tanto le permitía publicar osadas hipótesis. En 1750 realiza un experimento calentando dos esferas metálicas hasta la incandescencia y, en virtud del tiempo que tardaron en volver a enfriarse, estimó la edad de la Tierra en 74.832 años. Concluyó entonces, que desde hacía cuarenta mil años existía la vida en nuestro planeta, rompiendo así con toda la tradición, allanando el camino a la investigación de las épocas terrestres que se perdían en el tiempo. Más adelante y basándose en sus estudios acerca de los fósiles, se persuadió de que la edad de la Tierra tenía que ser muy superior a la calculada por él, a través de su experimento de las dos esferas metálicas.⁵⁴ En otras partes de Europa, también se investiga. Al norte de París, en la escuela de minería y metalurgia de Freiberg, Alemania; uno de sus catedráticos, Abraham Gottlob Werner (1749 - 1817), inició un catálogo de rocas y minerales y notó que la corteza terrestre no consistía en una acumulación caótica de ellas sino, por el contrario, que había un

⁵⁴ Bates, Robert y Walter, L., *Geology :An Introduction*, Editorial D.C. heath & company . Boston, 1966.



Figura 24. Abraham Gottlob Werner.

orden perceptible y que podía ser identificado. Ordenó entonces la corteza terrestre por capas, y por formaciones. Werner, fue el primer geólogo que distinguió claramente cinco grandes formaciones terrestres y que cada una de ellas, correspondía a una era de la historia de la tierra. Su sistema publicado en 1787 sirvió de base a todos los sistemas de formaciones y eras terrestres posteriores. Su explicación a todo ello se basaba en su consideración de que en tiempos remotos, había existido una especie de núcleo terrestre, sobre el que nada se podía averiguar, y que había sido abierto por un océano primario en el cual se encontraban disueltas todas las materias que componen la corteza terrestre y que se habían ido sedimentando lentamente, formando capas. El agua, por lo tanto, era la causa primera de todas las formaciones terrestres. Sus ideas ejercieron por bastante tiempo una fuerte influencia sobre la evolución de la geología y conformó una escuela de pensamiento que se denominaría la escuela "Neptunista", recordando al dios de las aguas.⁵⁵ Pero como ocurre en todos los desarrollos del pensamiento, apareció, otra línea de pensamiento, los denominados "Plutonistas" y "Vulcanistas. De esta escuela, su máximo

⁵⁵ Matthews, William, *Invitation to Geology*, The Natural History Press, Nueva York, 1971.

representante fue James Hutton que enseñaba en Edimburgo. Esta escuela estimaba que tanto el agua como el fuego habían contribuido a la formación de la corteza terrestre. La originalidad de Hutton radicaba en presentar al Planeta como funcionando en un modelo cíclico y uniforme. El calor del interior de la tierra, liberado periódicamente por el vulcanismo era la causa del levantamiento de la superficie terrestre lo que provoca una erosión para nivelarla. Los sedimentos resultantes se depositaban en el mar y posteriormente se consolidaban. El agente de consolidación por lo tanto, no podía ser solamente el agua, como lo había propuesto Werner. Por el contrario, según su concepción, era la fuerza expansiva del calor interior de la Tierra la que llevaría naturalmente al levantamiento del fondo del mar. Reforzaba además su argumentación, la presencia de fósiles marinos en las tierras emergidas, los que a su vez serían destruidos por la erosión y así sucesivamente en una serie ininterrumpida de ciclos, durante periodos de tiempo indefinidamente largos.⁵⁶

Es entonces en este contexto del pensamiento científico de las ciencias de la Tierra, que aparece por primera vez, en forma concreta la investigación de los océanos.



Figura 25. James Hutton.

⁵⁶ Hallan, Anthony, *Great Geological Controversias*, Oxford University Press, 1985.

3.1. LOS INICIOS DE LA OCEANOGRAFIA.

Los primeros trabajos, que podrían llamarse oceanográficos, son iniciados por Luigi Ferdinando Marsili (1658 - 1730) que esta considerado como uno de los fundadores de la oceanografía, estudió botánica en Padua. En 1681, publicó la obra titulada “*Os-servazioni intorno al Bosforo Tracio o vero Canale di Constantinopla*”, marcando el comienzo de una nueva época en el estudio del mar. En 1706 y bajo la protección de Luis XIV, se establece en la costa de Provenza, para dedicarse por entero a la oceanografía y realizar trabajos que le valdrían ser señalado como uno de los padres de esta ciencia. Marsili efectuó determinaciones de la densidad del agua del mar a varias profundidades, exploró el golfo de León, estableció el principio de que las máximas profundidades corresponden a las grandes alturas de las montañas. Situó las mayores sondas del Mediterráneo, en las cercanías de la isla de Malta. Confeccionó dragas para capturar especies de la fauna abisal; estudió la flora y fauna y los movimientos de las aguas. Entre 1706-1708 preparó su mayor obra oceanográfica “*Histoire physique de la mer*”, publicada en Ámsterdam en 1725, y que puede considerarse como la primera oceanografía en el sentido actual. Fue una obra rigurosa, basada en el análisis científica, desterrando las leyendas y supersticiones acerca del mar dominantes en la época, señalando el camino a la investigación del mar, en forma sistemática y rigurosa.⁵⁷

⁵⁷ Vallaux, Camille, *Geographie Generale des Mers*, Editorial Press de la Cite, Paris,1950.

Estos primeros intentos de la penetración del hombre en las profundidades del océano fue posible gracias a que en las décadas del 1700, la cultura europea había progresado enormemente, particularmente en lo que hace a la construcción de buques, a notables mejoras en la navegación a la cartografía náutica y en la invención de muchos e ingeniosos instrumentos. Ya desde el siglo XV disponían los europeos de naves capaces de afrontar largos recorridos marinos. Brújulas magnéticas y cuadrantes, astrolabios y ballesillas para determinar la altura de los astros y establecer la latitud permitían enfrentarse a la navegación en alta mar.

Los almanaques náuticos les facilitaban informaciones prácticas de esencial importancia, como la latitud y declinación del sol en las diversas estaciones. Pero la navegación intercontinental continuaba siendo casi una cuestión de suerte ya que las cartografías eran muy deficientes y los pilotos carecían de instrumentos apropiados para calcular la longitud, es decir, las distancias al este y al oeste de donde se encontraban. Para resolver este problema, relojeros e inventores andaban experimentando con cronómetros, que registrarían con exactitud el tiempo transcurrido durante largos intervalos, fueran cuales fueran las condiciones climáticas, permitiendo de esa manera, fijar la longitud. Por su parte las astrónomos desarrollaban otro método, el de las distancias lunares, técnica muy engorrosa que además, requería muchas horas de complicados cálculos.⁵⁸

⁵⁸ Fieldhouse, David. K., *Los Imperios Coloniales desde el siglo XVIII*, Editorial Siglo veintiuno, Vol. 29, 1984.

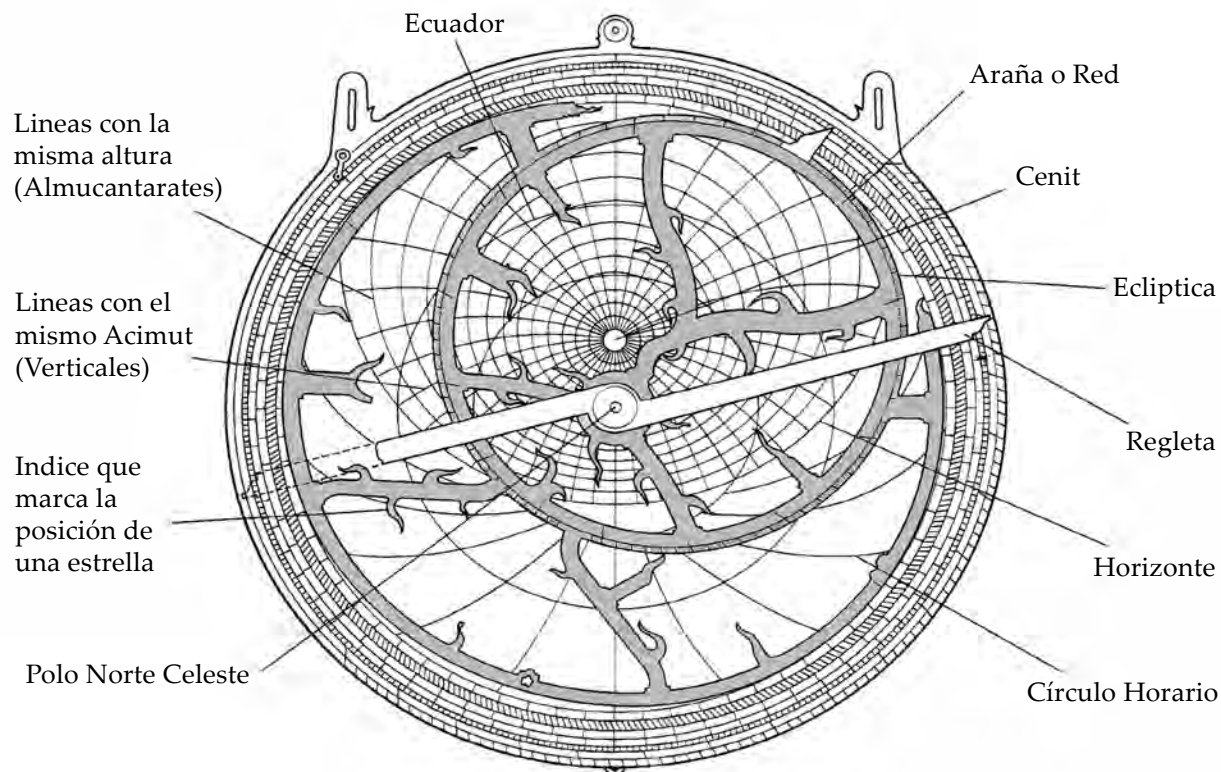


Figura 26. El Astrolabio Modelo construido en Inglaterra en el siglo XIII que simplificaba los cálculos astronómicos entre los que se encontraba la determinación de la hora. Sus láminas de latón introducidas dentro de la base son una proyección de la esfera celeste en dos dimensiones. La lámina superior llamada araña, es una red abierta de índices que marcan la posición de algunas estrellas prominentes. El círculo excéntrico situado sobre la araña es la eclíptica. Bajo la araña se encuentra una lámina sólida sobre la que se ha grabado un sistema de coordenadas celestes correspondiente a una latitud determinada. Al girar la araña en torno al pivote central que representa al polo norte celeste, se podía reproducir el movimiento diario de las estrellas.

3.2. LA CONTRIBUCION DEL CAPITAN COOK

A las dificultades ya anotadas, se agregaba un aspecto muy importante que decía relación con la salud de las tripulaciones, las cuales eran afectadas por el escorbuto. Algunas estimaciones han calculado que durante los primeros años del siglo XVII murieron de escorbuto más de mil marineros europeos, y era muy corriente que las bajas representasen el 50% de las dotaciones, situación que era intolerable ya que la capacidad combativa de las tripulaciones disminuía sensiblemente al poco tiempo de haber iniciado una campaña.⁵⁹

“(...) No hay pluma capaz de describir la horrible vida en nuestros barcos. Sólo Dios sabe lo que hemos aguantado. En los buques sólo hedía a muertos y enfermos; aquel olor era suficiente para caer enfermo. Los pacientes gritaban y chillaban lastimosamente; sus lamentos habrían conmovido a las piedras. Algunos estaban tan flacos y atropellados por efecto del escorbuto, que parecían imágenes de la muerte. Morían extinguiéndose como una vela. Otros, en cambio, estaban gruesos e hinchados y empezaban a delirar poco antes de morir. Algunos sufrían de disentería, sus deposiciones eran de sangre pura, pero dos o tres días antes de expirar, evacuaban, en vez de sangre, un excremento repugnante parecido al azufre gris. No bien empezaba esto era señal del fin. Otro quedaban completamente arrugados y contraídos y no podían moverse, sino sirviéndose de las manos y del trasero, en vez de

59 Abderhalden, E., *Vitaminas y Vitaminoterapia*, Sociedad Médica, España, 1971.

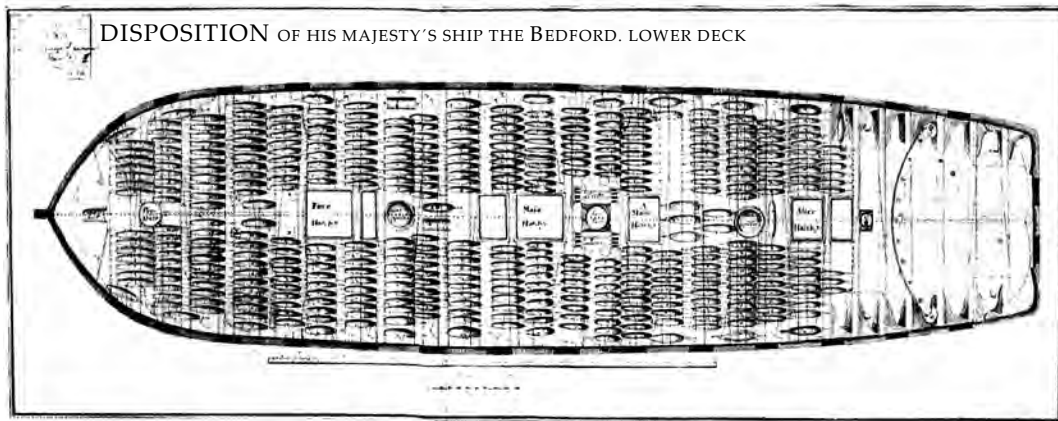
los pies. También los había atacados de melancolía y morbosos estados de ánimo (...) El único remedio son alimentos frescos, tanto carnes como legumbres verdes, fruta, nabos y otras hortalizas (...) Los que como yo, seguíamos sanos nos sentíamos desfallecidos y débiles como los enfermos. Todos sufríamos de escorbuto. Mis dientes se hallaban casi desprendidos de la carne y la encía se inflamaba hasta tener el espesor de un dedo. En brazos y piernas y todo el cuerpo nos salían tumefacciones mayores que avellanas, de color rojo, amarilla, verde y azul. Con esto puede verse como lo pasábamos los sanos (...)”⁶⁰

A esta dificultad de orden mayor se sumaban otras cuestiones importantes, que estaba siendo una barrera para la expansión de las potencias europeas, particularmente para la Gran Bretaña. Estas cuestiones eran: tener la certeza real de la existencia de un inmenso continente austral; el tamaño y la forma de Australia oriental y Nueva Zelanda; la geografía del remoto Pacífico Norte y el adyacente Ártico; la cartografía y la navegación y tal como ya se ha expuesto, el problema de las enfermedades en el mar.

En el año 1769 ocurriría un hecho astronómico de especial relevancia, y que no se repetiría hasta cien años más tarde y se refirió a la observación del planeta Venus por encima del disco solar. Ello permitiría a los astrónomos calcular la distancia que media entre el Sol y la Tierra y obtener una firme base matemática para los cálculos relativos a la navegación. La Royal Society of London solicitaba así al Rey que dispusiera de los medios para poder observar ese

60 Herrmann, Paul, *Audacia y heroísmo de los descubrimientos modernos. De Colón al siglo XX*, Editorial Labor, Barcelona, 1958, pp. 277-278.

a)



b)

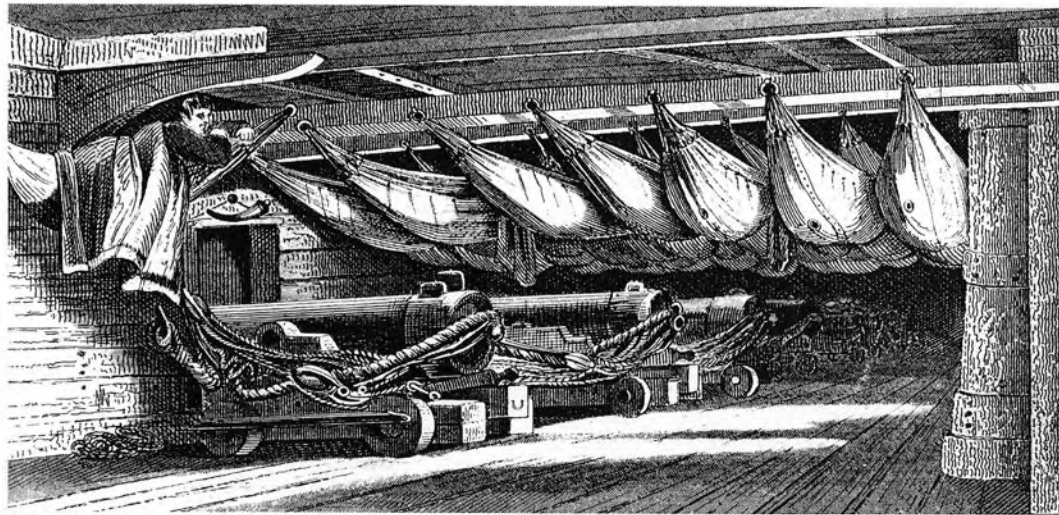


Figura 27 a) Disposición de los coys que revela la escasez de espacio para la tripulación en un buque de guerra del siglo XVIII. El hacinamiento es una de las causas del escorbuto.

b) Detalle de la disposición de los coys.

acontecimiento astronómico, el cual tendría lugar el 3 de Junio de 1769. Recomienda también, que se efectúen observaciones simultáneas en el Cabo Norte, en la Bahía de Hudson y en una isla del Pacífico.⁶¹

El Almirantazgo inglés estimó que la observación en una isla del Pacífico le entregaba una excusa para en forma discreta explorar ese sector del mundo y aclarar si en las nuevas tierras, ubicadas precisamente en los mares del sur, pudieran ser de valor para fortalecer su poder marítimo e incrementar el comercio y su eventual colonización. Este accionar era la consecuencia lógica de los viajes de descubrimientos primeramente de los españoles y los posteriores de los holandeses en el Pacífico y que a pesar del secreto con que lo habían mantenido se habían divulgado por el resto de Europa. En 1767 se dio entonces una oportunidad que tendría repercusiones geopolíticas de la mayor importancia para la Gran Bretaña.⁶²

Para cumplir con esta solicitud, la Armada inglesa equipó una embarcación de 368 toneladas, el "Endeavour" alto de proa, escaso calado, extraordinariamente resistente, aunque lento. Tenía, sin embargo, más espacio del habitual para provisiones. Su construcción le permitía "tocar fondo", sin sufrir grandes problemas y su tripulación, de 94 personas, incluidos los miembros del equipo científicos se basaba para llevarlo a tierra y repararlo. El viaje que se desarrolló con tanto éxito, demostró el acierto y buen criterio de los que hicieron la elección. Encomienda esta misión al Capitán Cook, que sin la



Figura 28. H.M.S. Endeavour

menor duda, ha sido en navegante más famoso que se ha dado la Gran Bretaña.⁶³ Nacido en el condado de York en 1728, de origen muy modesto, era hijo de pobres labradores a los que ayudaba en sus labores campestres. A muy corta edad, a los catorce años fallece su padre y como no eran de su agrado las faenas campestres, se alista como grumete en una pequeña embarcación que transportaba carbón a los puertos del Báltico.

⁶¹ Gould, R. T., 1923, *The Marine Chronometer*, J.P., Potter, London. 1923.

⁶² Barjot, Alt J., *Histoire mondiale de la marine*, Editorial Librairie Hachette, Paris, 1958

⁶³ Rae, Julia, *Captain James Cook Endeavour's*, Editorial Stepney Historical Trust, Londres 1997.

La guerra entre Francia e Inglaterra en que se disputaba la supremacía continental hace que se aliste en la Real Armada para luchar en tierras americanas. Se embarca en el "Eagle". Contaba en aquel momento con veintisiete años. Su experiencia marinera, hace que la Armada le confiera el grado de patrón y lo destine al "Mercury" que participa en el bloqueo y posterior toma de Québec, destacándose por el acucioso levantamiento del fondo marino en el río San Lorenzo observaciones que realiza con gran riesgo, a la vista de la escuadra francesa.⁶⁴

Destinado posteriormente al buque insignia "Northumberland" con el grado de master, navega por los mares del Norte. Durante ese periodo, Cook se dedica a perfeccionar sus conocimientos. Traza planos de sectores de Terranova con tanto detalle y perfección que causa el asombro del Almirantazgo. Las ocho cartas y observaciones que había efectuado en Terranova y el Labrador, como así mismo la observación de un eclipse de sol en Agosto de 1766, que había publicado en el "Philosophical Transactions", llaman la atención de la Royal Society.⁶⁵

La llegada del informe de Samuel Wallis, como ya se ha expresado anteriormente, y en el que informa favorablemente de la isla de Tahití, como un buen lugar para la observación del paso de Venus ante el disco solar, motiva a la Royal Society a efectuar esas observaciones astronómicas resolviendo, confiar a Cook esa misión.

⁶⁴ Rex y Thea Rienits, *Captain Cook Endeavours*, Editorial Stepney Historical Trust, Londres, 1968.

⁶⁵ Beaglehole, J., *The Life of Captain James Cook*, Editorial Adam y Charles Black, Londres, 1974

Habiendo sido ascendido a primer teniente de navío, se le entrega el mando de la expedición que se preparaba para el mar del Sur. El personal científico que se embarca en el "Endeavour" estaba integrado por Charles Green, ayudante del astrónomo real que junto al mismo Cook eran los denominados por el Almirantazgo como los "observadores" del fenómeno astronómico y por un grupo de científicos dirigidos por Joseph Banks y conformado por dos naturalistas y dos dibujantes. Embarcándose, además, la mayor parte de las obras y cartografías disponibles sobre el Pacífico.⁶⁶



Figura 29. Joseph Banks.

Al mismo tiempo el Almirantazgo muy preocupado por los estragos que el escorbuto creaba en las tripulaciones, embarcó un surtido suficiente de antiescorbúticos para un experimento que resultaría de la mayor trascendencia para el futuro. Ellos consistían en varias docenas de barriles llenos de col ácida, "sauerkraut", caldo concentrado, jugo de limón, mermelada de zanahoria y malta, de acuerdo a las sugerencias propuestas por el medico y naturalista John Pringle.⁶⁷

⁶⁶ Muir, J. B., *The life and achievements of Captain Cook*, Editorial R.A. Skelton, Londres, 1939

⁶⁷ Martínez-Hidalgo, José, M., *Enciclopedia General del Mar*, Tomo 3. Editorial Garriga, Barcelona, 1968.

Uno de los antecedentes dignos de ser conocidos, son las instrucciones entregadas a James Cook por el Almirantazgo para llevar adelante esta expedición. Estas ordenes se dividían en dos partes: La instrucción oficial que ordenaba a la expedición que bordeara el Cabo de Hornos para dirigirse a Tahití para observar el paso de Venus. Una vez concluida esa tarea, Cook tenía que abrir unas instrucciones complementarias, secretas y lacradas que le ordenaban averiguar si en el Pacífico existía un gran continente al sur de Tahití.

Secreto: De los comisionados para desempeñar el cargo de Lord Almirante de Gran Bretaña.

Instrucciones complementarias para el teniente James Cook, designado para mandar la gabarra de Su Majestad "Endeavour".

"(...)Considerando que el descubrimiento de países hasta ahora desconocidos y el conocimiento de regiones lejanas que, si bien ya descubiertas sólo han sido exploradas en parte, contribuirá en gran medida a la gloria de esta nación como potencia marítima, así como a la grandeza de la corona de Gran Bretaña y puede impulsar fuertemente el desarrollo del comercio y la navegación; y visto que hay motivos para pensar que puede existir un continente o territorio al sur de la derrota seguida recientemente por el capitán de navío Wallis a bordo de la fragata de Su Majestad el "Dolphin"(de la que adjunto se le remite una copia), y de las derrotas de todos los navegantes anteriores con análogos propósitos; por la presente, en cumplimiento de la voluntad de Su Majestad, se le exige y ordena se haga a la mar con la barca a su mando en cuanto finalice la observación del tránsito del planeta Venus y ob-

serve las siguientes instrucciones. Pondrá rumbo al Sur para descubrir el susodicho Continente hasta llegar a los 40° de latitud, a menos que de con él mucho antes. Pero no habiéndolo descubierto o no hallando signos evidentes de su existencia en ese rumbo, proseguirá la búsqueda hacia occidente, entre la latitud citada y los 35°, hasta descubrirlo o encontrar el flanco oriental del territorio descubierto por Tasman y ahora denominado Nueva Zelanda.

Si descubre el mencionado continente, sea con rumbo sur o con rumbo oeste, según se indicó con anterioridad, se dedicará a explorar diligentemente la mayor extensión de costa posible, a determinar con exactitud su verdadera posición latitudinal y longitudinal, la declinación de la aguja, la demora de los promontorios, la altura, dirección y rumbo de la marea y corrientes, las profundidades y brazaes del mar, bajíos, escollos, etc.; así como a topografías y levantar mapas y a reconocer todas las bahías, radas y puntos de la costa que puedan ser útiles a la navegación. Observará también la naturaleza del suelo y los productos del mismo; las bestias y aves que lo habitan o frecuentan, qué peces viven en los ríos y costas y con qué abundancia; en el caso de que halle minas, minerales o rocas valiosas, traerá muestras de ellos, lo mismo que de todos los frutos, granos y semillas de árboles que pueda recolectar, entregándolas a nuestra secretaria para que podamos proceder a su oportuno estudio y experimentación.

Reparará además en la cultura, temperamento, disposición y número de los nativos, si los hubiere, y procurará establecer por todos los medios una amistad con ellos regalándoles todas las fruslerías

que se les antojen, invitándolos a comerciar y mostrándoles todo género de amabilidades y consideraciones; cuidando, sin embargo, de no ser sorprendido por ellos para lo cual se mantendrá siempre en guardia ante cualquier incidente. De igual manera, con el consentimiento de los nativos, tomará posesión de los lugares accesibles del país en nombre del rey de Gran Bretaña; o si lo encuentra que está deshabitado, tomará posesión para Su Majestad estableciendo las marcas e inscripciones oportunas como primeros descubridores y dueños.

Pero si no lograra descubrir el mencionado continente, se encontrará con Nueva Zelanda; fije cuidadosamente la latitud y longitud de ese territorio y explore tanto la costa como lo permitan las condiciones de la barca, la salud de la tripulación y el estado de sus provisiones; teniendo siempre cuidado en reservar la indispensable para llegar a algún puerto conocido donde podrá obtener cantidad suficiente para volver a Inglaterra, ya sea bordeando el Cabo de Buena Esperanza, ya el de Hornos; las circunstancias le indicarán la vía de retorno más aconsejable.

Establecerá también con exactitud la situación de todas las islas no conocidas hasta el momento por ningún europeo que pudiera descubrir en el curso del viaje; tomará posesión de ellas para Su Majestad y hará levantamientos y croquis de todas las que puedan parecer importantes siempre y cuando no le suponga un trastorno apartarse del objetivo que siempre ha de tener a la vista: el descubrimiento del Continente Austral tan a menudo citado.

Dado que en una empresa de esta naturaleza pueden surgir eventualidades de todo tipo y, por ello, no previstas en las instrucciones, procederá en todo caso, tras consultar con sus oficiales, según juzgue más conveniente para la misión que se le ha encomendado.

Enviará a la Secretaria de la Royal Society, por las vías más adecuadas, los informes de las observaciones realizadas sobre el transito de Venus, al tiempo que nos remitirá para información nuestra, resúmenes de sus actas y copias de los levantamientos y croquis que haga. Y a su llegada a Inglaterra se presentará inmediatamente a esta oficina para entregarnos una relación completa de las actas del viaje, cuidando de reclamar, antes de abandonar la nave, los diarios y cuadernos de navegación que hayan podido llevar los oficiales y suboficiales, precintándolos para su inspección y ordenando a aquellos y a toda la tripulación no divulgar donde han estado mientras no reciban la pertinente autorización (...)"

De nuestro puño y letra, a 30 de Julio de 1768

Ed. Hawke

Piercy Brett

C. Spencer

Por orden de Su Señoría, Ph. Stephens.

El Almirantazgo emitió así mismo una orden general a todos los buques para que ayudasen a la expedición. De los Comisionados para desempeñar el cargo de Lord Almirante Mayor de Gran Bretaña.

“(…)Por cuanto hemos ordenado al teniente de navío James Cook conducir la gabarra de Su Majestad el “Endeavour” en una misión especial por la presente se les exige y ordena no pedirle la presentación de las instrucciones que ha recibido de nos sobre su proceder en la susodicha misión, ni pretender detenerle bajo ningún concepto, sino al contrario, prestarle toda ayuda que hubiera menester para llevar las mencionadas instrucciones a la práctica(…)”

De nuestro puño y letra, a 30 de Julio de 1768.

**E. Hawke
Piercy Brett.
C. Spencer**

A los almirantes, capitanes de navío y comandantes de los navíos y buques de guerra de Su Majestad, a quienes se mostrara esto.

**Por orden de Su Señoría.
Ph. Stephens.⁶⁸**

Los resultados de la campaña del Capitán Cook fueron extraordinarios para la resolución de los problemas oceánicos de su época. Es notable cómo un hombre acabara con el antiguo mito de un vasto continente austral; descubriera Australia oriental; además de Hawai y otras islas en el Pacífico, delimitara Nueva Zelanda y pronosticara su importancia; impulsara en forma tan notable la navegación y la cartografía náutica, y comprobara métodos que en definitiva salvaron la vida de los marinos mediante el empleo de antiescorbúticos.

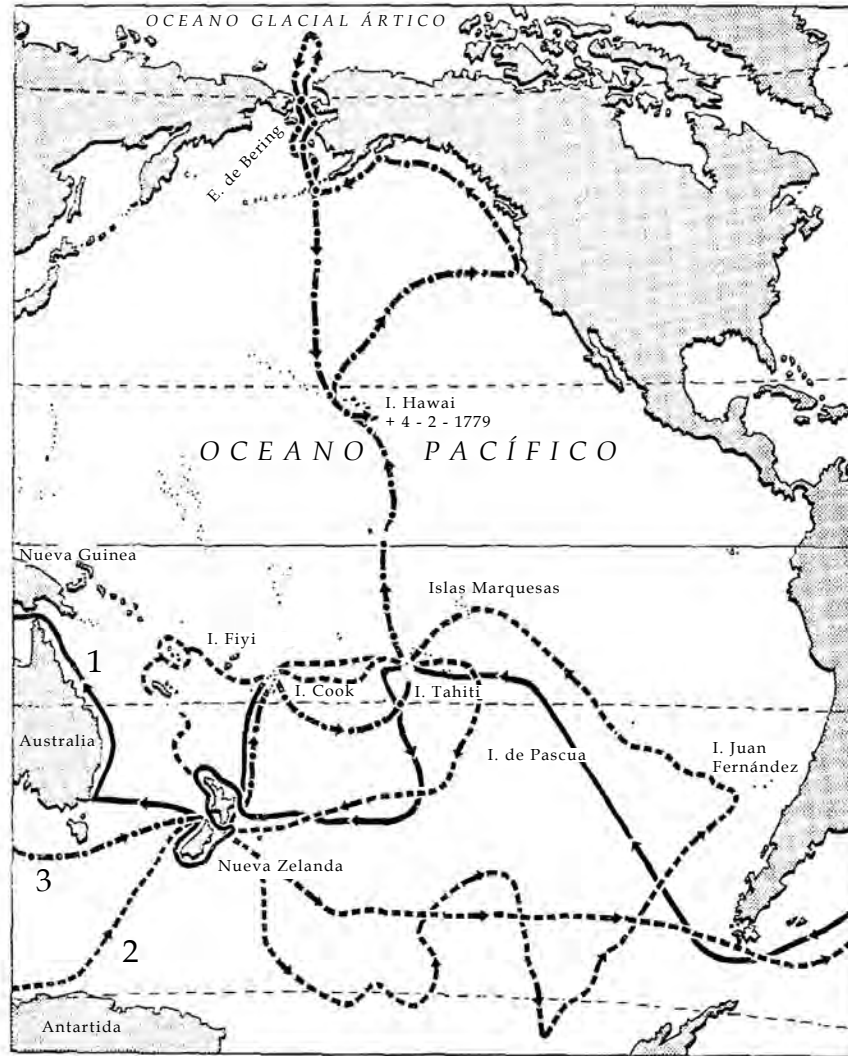
⁶⁸ Grenfell, Price, A., *Los viajes del Capitán Cook (1768-1779)*, Editorial del Serbal, España, 1985, pp. 40, 41 y 42.

De hecho, cuando Cook regresó a Inglaterra tras un viaje de dos años, no había perdido ni un solo hombre por causa del escorbuto. Su permanente visión de la obtención de provisiones frescas, siempre que las circunstancias lo permitieran, el mantenimiento del barco en perfecto estado de limpieza a que las tripulaciones estuvieran secas y abrigadas y que sus abarrotados alojamientos y ropas de cama estuvieran bien aireados, ponen en manifiesto su atención a cada detalle. El resultado de todas estas acciones fueron tan extraordinarias, que el Almirantazgo autorizó a Cook a publicar en las “Philosophical Transactions of the Royal Society”, un informe detallado de sus experiencias con los métodos de alimentación utilizados, lo que prueba la inmensa importancia que se le dio al asunto.⁶⁹

Terminada sus observaciones astronómicas en Hawai, y de acuerdo a las instrucciones secretas, pone rumbo al Sur, torciendo luego hacia el Oeste en dirección de Nueva Zelanda. El 1ro de Septiembre de 1769 ha alcanzado la latitud de 40°22', sin descubrir la buscada “Terra Australis”, cambia de ruta tomando la del Noroeste. Seis semanas después, luego de tomar diversas derrotas se encuentra con las costas de Nueva Zelanda pero ignorando si ella pertenece al continente austral o es una isla. Procede a anotar sus singladuras, las condiciones meteorológicas, las profundidades del agua y los anclajes. Durante seis meses, hasta el 31 de Mayo, sigue las costas describiendo un gran círculo en torno a las dos islas. Así, adquiere la certeza absoluta de que Nueva Zelanda, no tiene que ver con la tierra australis.⁷⁰

⁶⁹ Rex y Thea Rienits, Op. Cit.

⁷⁰ Robson, John, *Captain Cook's World*, Random House, Australia, 2000



— 1^{er} Viaje: 1768 - 71 - - - 2^{do} Viaje: 1772 - 75 ····· 3^{er} viaje: 1776 - 80

Figura 30. Carta de los tres viajes de James Cook.

El 31 de Marzo anota en su diario “(...) En lo tocante a un continente meridional, no creo en su existencia, como no se halla a muy altas latitudes. Tal es mi opinión personal e imparcial, aunque estoy muy lejos de creer que no deban efectuarse ulteriores investigaciones. Muy al contrario, consideraría lamentabilísimo dejar sin aclarar este punto, que en un día puede interesar a épocas y naciones enteras. Sin embargo, el estado de mi barco no es propio, ni mucho menos, para realizar exploraciones en pleno invierno en las altas latitudes del hemisferio austral (...)”.

Las contribuciones de Cook proporcionaron los medios que le hicieron llevar la exploración del mar más allá de los límites establecidos, creando uno de los imperios marítimos más grandes de todos los tiempos. El Capitán Cook luego de sus tres campañas, realizadas entre los años 1786 al 1780, se convierte en uno de los más grandes marinos exploradores, pudiendo considerarse que nadie hizo nunca tanto por modificar y corregir el mapa de la Tierra. Ningún navegante anterior podía exhibir viajes tan largos y volver con tanta y tan precisa información. Completo el mapa del Océano Pacífico, delimitando la costa de Nueva Zelanda y oriental de Australia entregando información detallada de la Gran Barrera de corales australiana.

Señaló los límites aproximados del Continente Antártico. Sus cartas marinas, principalmente las del Pacífico, generaron un conocimiento de los mares en algo más fidedigno y hace abandonar a los cartógrafos la idea de la “Terra Incognita” y del no menos mítico Paso del Noroeste, confirmando el



Figura 31. Mapa de Nueva Zelanda por Cook en 1770.

descubrimiento de Behring, abriendo de esa manera la posibilidad de abrir rutas comerciales desde ese estrecho hasta el Atlántico. A él se debe la ubicación de docenas de islas polinésicas y el reconocimiento de que Nueva Zelanda estaba conformada por dos islas principales.⁷¹

⁷¹ Grenfell, Price, Op. Cit.

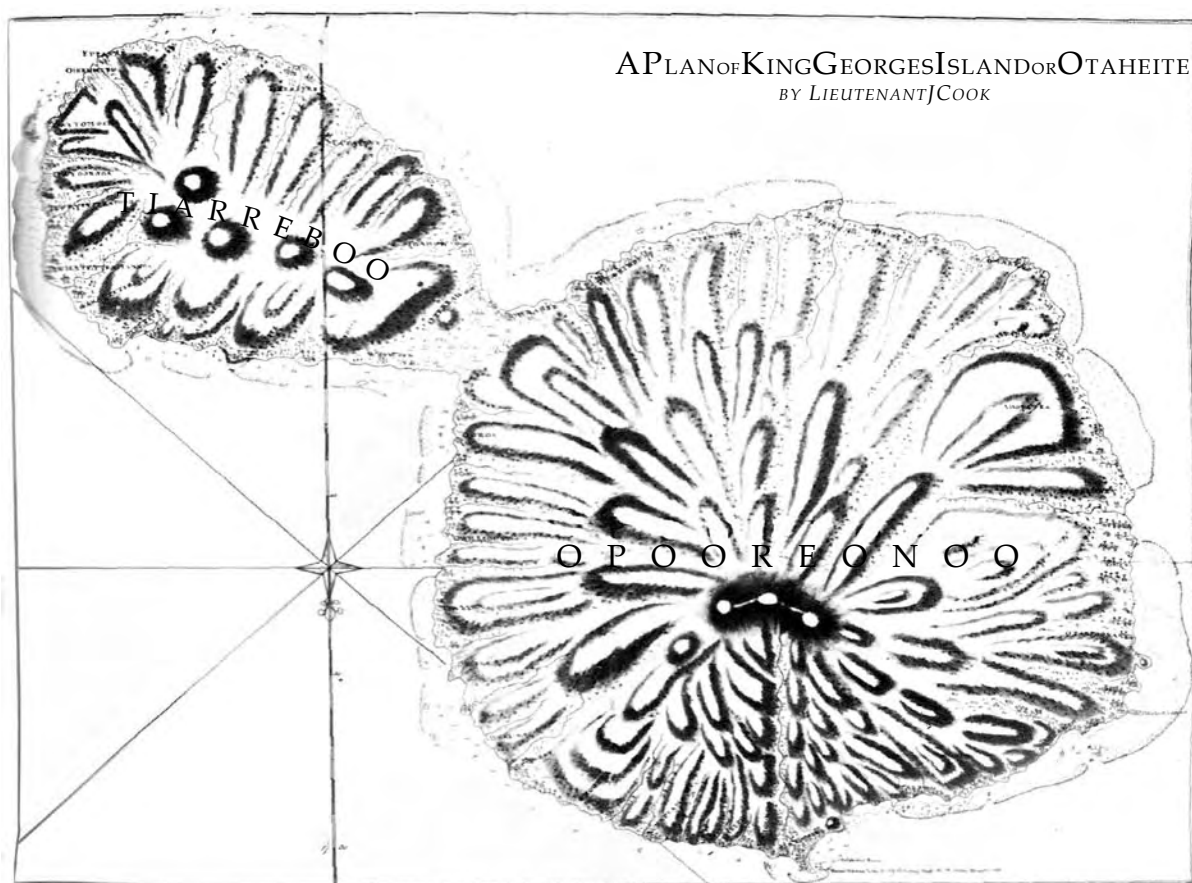


Figura 32. Mapa de Tahiti preparado por Cook en 1769.

Pero las contribuciones de Cook no fueron solamente de carácter geográfico. En esa época era tan urgente hallar solución al problema de la determinación de longitudes geográficas en el mar, que a partir de 1714, el gobierno británico ofrecía un premio de 10.000 libras a quien estableciera un método para determinar la longitud geográfica de un barco con un margen de error de un grado, de 15.000 libras si el margen era de 40 minutos y de 20.000 libras si de 30 minutos. Hasta 1764, no quedaron satisfechas plenamente todas las condiciones requeridas para el premio, siendo el cronómetro ganador uno construido por un carpintero y mecánico John Harrison (1693 - 1776).⁷²

Cuando Cook zarpa en 1768, el mejor cronómetro disponible era un reloj de pared grande, con un péndulo de 97 centímetros de largo que marcaba los segundos. Las actas de la Royal Society del 5 de Mayo de 1768 refieren que **“habiendo dicho el Capitán Campbell que el Capitán James Cook sería designado por el Almirantazgo para mandar el buque destinado a las observaciones en la Latitud Sur(...) Mr. Cook fue convocado para el caso y aceptó dicho cargo.”** Entre los instrumentos suministrados figuraban **“un reloj astronómico un reloj de timbre(...)”** A pesar de no contar Cook en el viaje del “Endeavour” con un cronómetro, realizó frecuentes mediciones de la distancia lunar con la ayuda de datos suministrados por tablas astronómicas publicadas por los astrónomos reales. Sus observaciones fueron detalladas y meticulosas, el mismo así lo expresa: **“(...)Así, pues, estoy convencido de que pocas partes del mundo tienen la latitud y longitud mejor determinadas**



Figura 33. El Capitán James Cook

que estas. A este respecto, recibí gran ayuda de Green, quien en ningún momento a lo largo de la travesía descuidó las observaciones para fijar la longitud (...).”

Solamente en su segundo viaje en 1776, en el “Resolution” Cook lleva una imitación del cronómetro construido por Harrison. El prestigio que alcanzó Cook en sus observaciones fue tal que Parry, en su “Journal of a Voyage for the discovery of the North West Passage, Performed in the years 1819-20 in H.M.S Hecla and Griper, under Lieutenant Ed Parry”, declara: **“(...)Se usaron dos relojes en estos experimentos, los mismos que acompañaron al Capitán Cook alrededor del mundo(...).”**

⁷² Sir Harold Spencer Jones, *Historia del cronómetro marino*, Endeavour, Vol. XIV N° 56,1955

Aunque la contribución de Cook en la solución del problema de la longitud es más bien indirecta, ya que la solución fue realmente entregada por los astrónomos y por relojeros, sus aportaciones en la topografía submarina y cartografía tienen un cariz decididamente individual. De hecho Skelton escribe: "(...)los diarios de Cook atestiguan repetidamente su especial talento para prever el curso de un litoral, para captar e interpretar sus rasgos característicos(...)" y que sus cartas marinas "(...)son por lo general, notablemente correctas en cuanto a trazado y precisas en cuanto a latitud(...)", mientras que, en lo referente a longitud, los errores son pequeños.⁷³

Sin duda una contribución de la mayor importancia fue la realizada en el control de las enfermedades del mar y la manera de lograrlo.

"(...)Entrado a las 5 de la mañana en la bahía Royal y anclado a 13 brazas de fondo. En la lista de enfermos había muy pocos y todos por cosas sin importancia. Al principio se habían negado a comer col acida, hasta que adopté un procedimiento que, según sabía, siempre da resultado con la gente de mar. Mandé servir todos los días col ácida a la mesa del capitán, insté a los oficiales a comerla y dejé al resto de la dotación en libertad de tomarla en la cantidad que quisieran o dejarla.

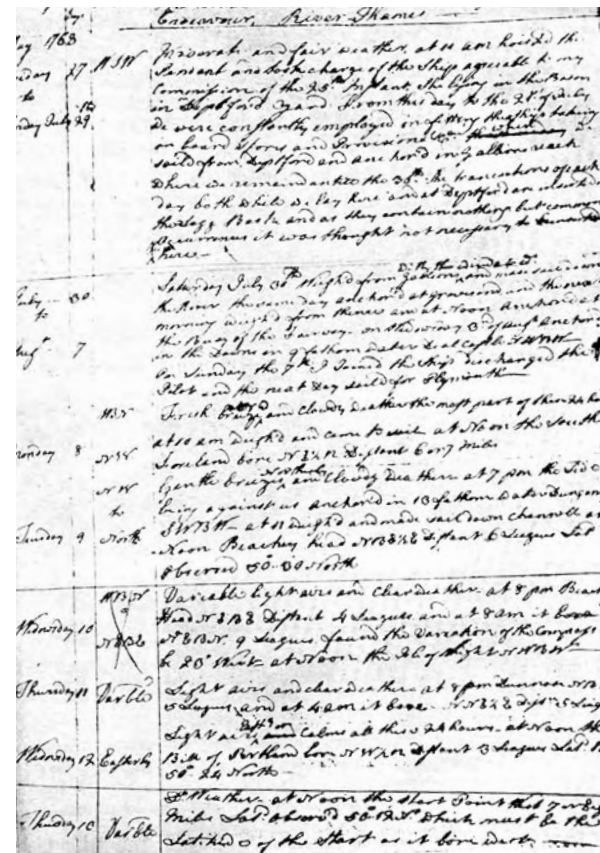


Figura 34. La primera anotación de James Cook en el diario del Endeavour al comenzar su expedición al Pacífico.

⁷³ Lloyd, Aland, *Los relojes usados por Cook en su expedición del Endeavour, Endeavour, Vol. X, N° 40, 1951.*

No había transcurrido una semana, cuando hubo que asignar a cada cual la porción que le correspondía. Pues una de las características naturales del marinero es despreciar lo que se la da, por útil que sea; todo son protestas entonces. Pero en cuanto ve que sus superiores lo aprecian, es lo mejor del mundo (...)⁷⁴

Ningún navegante anterior había realizado viajes de tal magnitud; nadie había permanecido en la mar durante períodos tan prolongados. Aparte de su contribución a la ciencia de la geografía, Cook aportó notablemente a la medicina, a la náutica y a la cartografía, lo que se demuestra al leer en detalle en sus diarios. Evidentemente este personaje, capaz de tales hazañas tiene que haber sido un hombre con un carácter y un talento fuera de serie.⁷⁵

¿Fueron las circunstancias las que moldearon al hombre o el mismo, que con sus esfuerzos lo llevaría a la circunstancia? Al parecer ello es cierto en ambas direcciones ya que tanto el mismo como su tiempo, se sitúan en una revolución científica, pero sin dudas en el campo de la exploración oceánica, fue él mismo el generador de un progreso revolucionario.

Es cierto que el gobierno de Gran Bretaña, estaba oficialmente en la exploración de los mares, que Lind, Pelham y Pringle prepararon el camino para vencer las enfermedades en la mar y que el astrónomo Masklyn y el relojero Harrison inventaron los métodos

⁷⁴ James Cook en: John Hawkeswoth, *Relación de las viajes emprendidos para realizar descubrimientos en el Hemisferio Meridional*. Viaje de Cook, Traducción de R. Ferrando, Editorial Aguilar, Madrid, 1957 pp. 347-668

⁷⁵ ídem

que pudieron resolver el viejo problema del cálculo de la longitud pero fue Cook, ese personaje taciturno y serio de enérgica barbilla, nariz recta, hundidos ojos, pobladas cejas y frente ancha y serena que lo probó en terreno. Humilde en sus comienzos pasa a convertirse en uno de los más grandes exploradores y científicos del mar. Su trayectoria, la aplicación constante de su talento, contribuyó a prepararlo y a darle un conocimiento profesional de la más alta calidad. Su propia constitución física fuerte lo capacitó para sobrellevar las más arduas penalidades y todo tipo de privaciones. Pero la característica más significativa fue su incansable perseverancia en la consecución de sus objetivos.

“(...) Con respecto a su talento profesional, dejaré que lo juzguen quienes están más familiarizados con la naturaleza de las misiones que se le encomendaron. Reconocerán sin dificultad que para dirigir tres expediciones de tanto peligro y complejidad de duración tan inusual y en tal diversidad de ambientes, se requiere no solo un conocimiento exhaustivo y adecuado del oficio, sino también un genio vigoroso e integrador, rico en recursos y hábil por igual en la aplicación de todo lo que las obligaciones primarias y secundarias del servicio exijan (...)”⁷⁶

⁷⁶ Grenfell, Price, A., Op. Cit., pp. 58

CUARTA PARTE

CUARTA PARTE

SE INICIA LA EXPLORACIÓN SUBMARINA.

Durante las primeras décadas del 1800, pero en un plano distinto y menor si se comparan con los logros de Marsilli y Cook, se inician una serie de acciones individuales destinadas a penetrar por debajo de la superficie oceánica. Estas acciones corren por parte de algunos inventores, los cuales inician diseños de artefactos y pequeños submarinos. Si bien sus contribuciones son menores y hasta anecdóticas, no dejan de ser importantes por la intención que llevaban. Ya en 1715, John Lethbridge, ciudadano inglés, había construido un curioso artefacto provisto de una portilla y mangas de cuero para pasar los brazos y recoger objetos hundidos. Consistía en un cilindro donde cabía una persona y con una tapa que se cerraba herméticamente. Tenía una mirilla en una de sus paredes y mangas de cuero por donde el observador introducía los brazos a fin de poder recobrar objetos. Cada veinte minutos el aparato era llevado a la superficie para renovar su provisión de aire. Su experiencia fue exitosa para la época y realizó varias inmersiones en Plymouth, en la isla de Madera, y en el cabo de Buena Esperanza llegando hasta 20 metros. Del mismo modo, un parisino, Freminet, que fue un inventor fecundo, había diseñado en 1772 un traje de cuero con armazón metálica y ventanillas y provisto de aire transportado por el buzo un depósito en forma de huevo, en él se había instalado un fuelle que mantiene la circulación del aire. Con dicho artefacto, se desplazó exitosamente durante treinta y dos minutos por debajo de las aguas del río Sena.⁷⁷

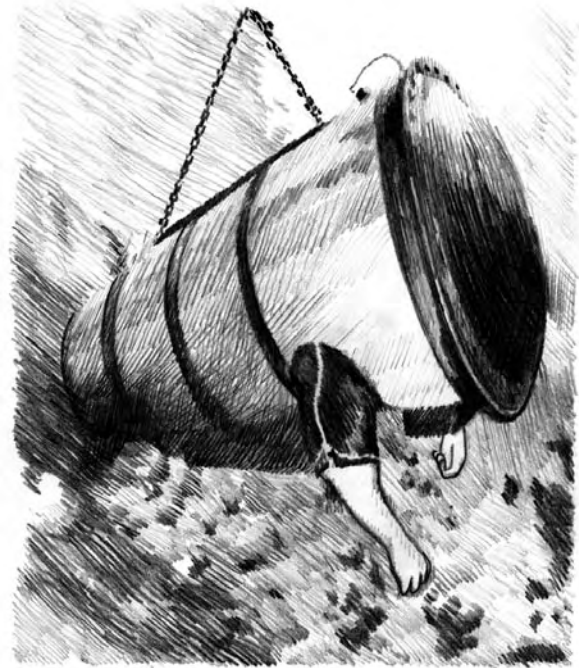


Figura 35. Aparato de John Lethbridge.

Basándose probablemente en esos primeros intentos y motivados por el sentir de su tiempo, tanto en Francia como en Alemania, se desarrollan en las primeras décadas del 1800 varias ideas y conceptos para llevar adelante la exploración submarina directa, confeccionándose artefactos, que a juicio de sus diseñadores, podrían servir eficientemente para que un observador pudiera atisbar, en pequeñas profundidades el entorno submarino.

77. Buitrago, Joaquín, *La Historia de la Oceanografía*, Editorial Soc. Ci. Nat. La Salle, 1996, Tomo LVI, Caracas, Venezuela, 1996.

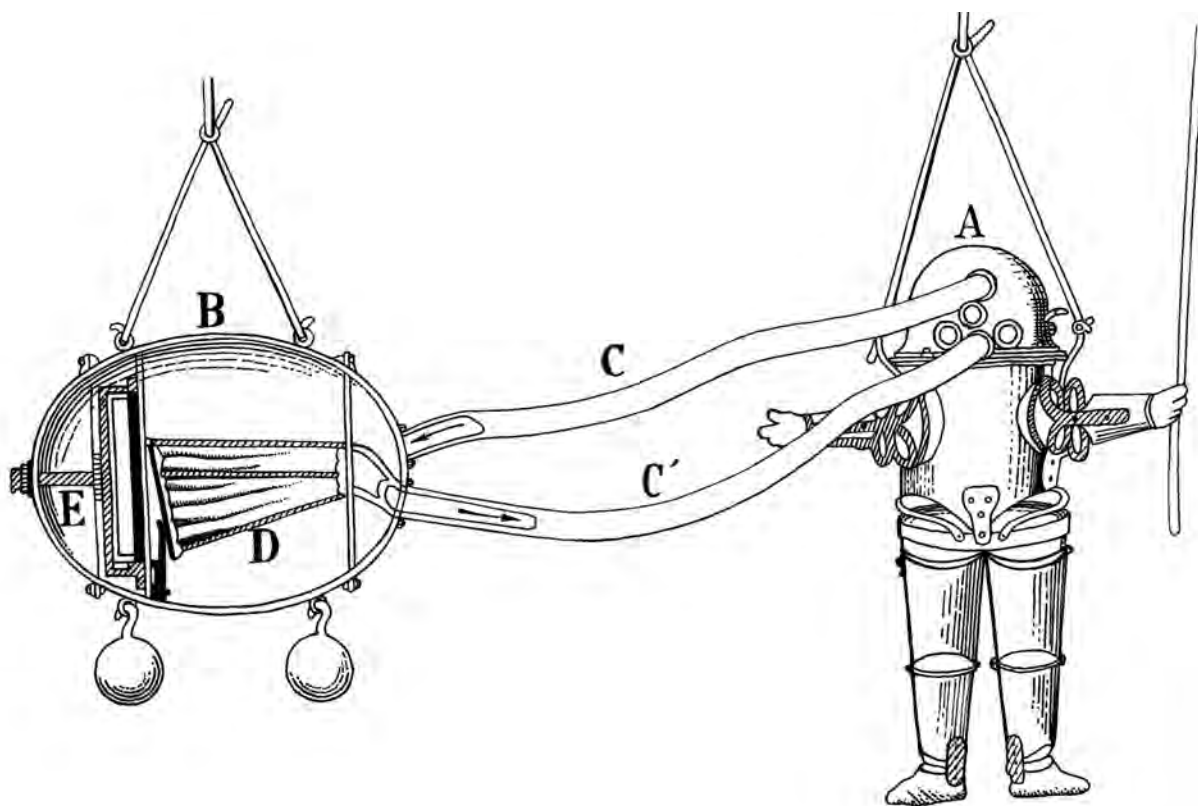


Figura 36. Diseño de Freminet de 1772. Una escafandra rígida alimentada por un depósito de aire. El fuelle accionado por el buzo mantiene la circulación del aire.

Estos artefactos normalmente confeccionados en la forma campana son los antecesores de la moderna escafandra. Uno de estos diseños es el desarrollado por el alemán Augustus Siebe que en 1819 da un paso relevante al fabricar un casco que descansaba sobre los hombros. El aire le era suministrado al buzo por medio de una bomba a bordo de una embarcación de apoyo en superficie.

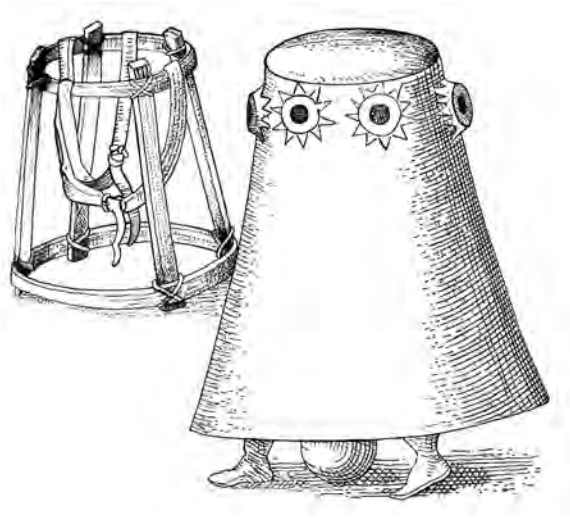


Figura 37. Campana de buzo individual diseñada por el inventor alemán Kessler.

Los franceses Rouquayrol y Denayrose, diseñan y construyen escafandras confeccionadas en bronce, con mirillas al frente y los lados, el cual se atornillaba a un peto, también de bronce. Portaba además el buzo pesos de plomo sobre el pecho y la espalda para mantener el equilibrio. El peto se unía herméticamente a un traje confeccionado en cuero. Los zapatos eran de plomo y el aire llegaba a la escafandra por un tubo de goma conectado a una válvula y el aire utilizado era expulsado por otra bomba. Uno de los propósitos de estos ingenios era el rescate de valores que se encontraban sumergidos a baja profundidad en las cercanías de los puertos. Con el traje de bucear así construido, se rescataron exitosamente varios millones de francos en oro del pecio “Malabar” hundido en las cercanías de Vigo.

Este éxito motivó a otros inventores a continuar con estos intentos. Es así como Ernest Bazin diseña y construye un ingenio increíblemente perfeccionado para su tiempo y que podía descender hasta la profundidad de 75 metros de profundidad. Lo notable de este último es que estaba equipado con una lámpara eléctrica. Por primera vez un hombre enciende una luz debajo del mar. Estos esfuerzos individuales se habían ido conformando en un sentir más generalizado europeo de la época por conocer el territorio sumergido. El tema del conocimiento de los mares y particularmente de las profundidades oceánicas era muy llamativo y controversial.⁷⁸

⁷⁸ Cdte. Ives Costeau, *Les Meilleurs recit du monde submarine*, Editorial Laffont, 1962.

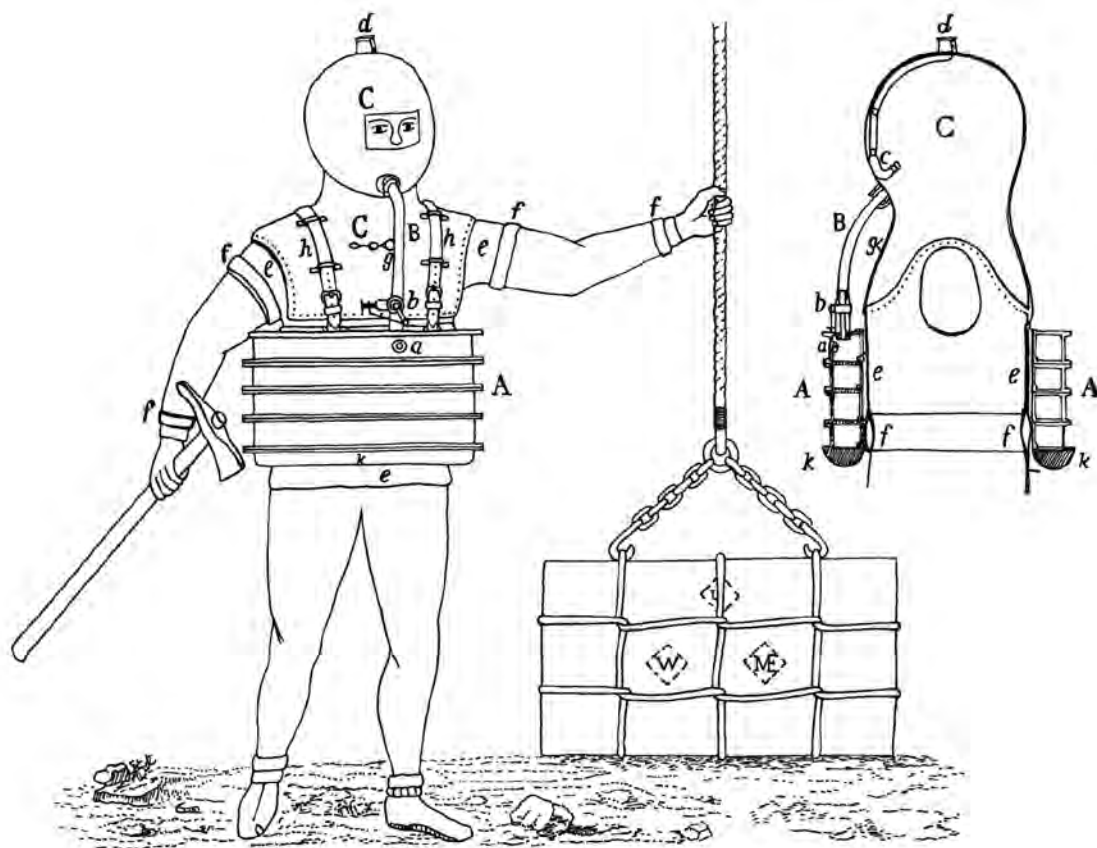


Figura 38. Diseño de de W.H. James en 1825. El aire comprimido a treinta atmósferas se encontraba en el pesado cinturón que porta el buzo.



Figura 39. Ernest Bazin.



Figura 40. John Playfair.

4.1. EL DESARROLLO DE LAS CIENCIAS DE LA TIERRA.

Era la época del Romanticismo en que irrumpe la mentalidad realista de Kant, el idealismo de Hegel y el positivismo de Comte. En este período se completa el conocimiento de casi la totalidad de las tierras emergidas efectuándose considerables avances en la cartografía. Se reconocen las partes desconocidas de África, continente pobremente conocido por los europeos particularmente en sus regiones interiores. Se inicia también en esta época, el estudio de las zonas polares.⁷⁹

En lo que respecta a las ciencias de la Tierra, las ideas de James Hutton, se complementan con la obra de John Playfair (1748 - 1819). Al mismo tiempo James Hall (1761-1832) iniciaba la geología experimental y William Smith (1769 - 1839) publicaba el primer mapa geológico (1815).

⁷⁹ Entralgo, Lian, *Panorama histórico de la ciencia moderna*, Ediciones Guadarrama, Madrid, 1962

Aparece el auténtico fundador de la geología contemporánea Charles Lyell (1797-1875) que influido por W. Smith y Lamark acaba finalmente con la teoría “catastrofista” de Cuvier, hasta entonces imperante, construyendo la geología sobre la idea de una transformación continua de la corteza terrestre y aceptando que los fenómenos del pasado y los actuales, obedecen a la misma causa y a igual mecanismo.⁸⁰

En otro plano científico, el matemático francés Pierre Simón de Laplace separó los diversos componentes de las mareas astronómicas y basándose en una relación entre la profundidad de los océanos y la velocidad de las ondas de marea, atribuyendo que la profundidad del océano era de 6.000 metros.⁸¹

⁸⁰ Tikhomorob, V., *Towards a history of Geology*, Editorial Schineer, MIT Press, 1969.

⁸¹ Anderson, N., *Chemistry of the Sea*, Editorial Nelson, Londres, 1970



Figura 41. Charles Lyell.

4.2. LOS PRIMEROS SONDEOS EN EL MAR PROFUNDO.

El primer gran éxito en sondeos profundos se le atribuye a Sir John Ross que entre los años 1817 y 1818 diseña y prueba un instrumento que llamó "Deep Sea Clamm", una especie de draga que utilizó en sus viajes en los barcos Isabella y Alexander. En 1818 Ross logra sacar una muestra de fango a 2000 metros de profundidad del fondo de la Bahía de Baffin. En el fango venían gusanos vivos. Eran los primeros seres vivos sacados de esas profundidades, sin embargo, al hecho no se le dio mayor divulgación ni se le atribuyó gran valor. Gran parte de los esfuerzos en mediciones de profundidades y toma de muestras se realizaban en esa época en el Atlántico Norte, pues eran los tiempos de la búsqueda del paso del noroeste, que se creía de vital importancia estratégica para el imperio Británico. En las encrucijadas de las innumerables islas del norte del Canadá, a los exploradores se les había ocurrido la idea que el canal que efectivamente comunicara con mar abierto, debía ser más profundo, y por el fondo deberían

circular corrientes de aguas más oceánicas, por lo que consideraban que los sondeos, toma de muestras y medición de temperaturas del fondo les indicaría que canal seguir.⁸²

Las expediciones continuaron con Sir James Ross, quien zarpó en 1839 en dos barcos el Erebus y el Terror, llevando a cabo el 3 de enero de 1840, en el Atlántico Sur, el primer sondeo de aguas profundas en la posición aproximada a los 27°26'S y 17°29'W alcanzando las 2425 brazas. Curiosamente, dicho sondeo apareció en la carta del almirantazgo de 1853 como 2426 brazas y así ha continuado apareciendo hasta en las cartas modernas. Estos mismos barcos, Erebus y Terror, zarparon de Inglaterra en 1845 bajo el mando de Sir John Franklin, con la orden de encontrar y reclamar para Gran Bretaña el paso del Noroeste. La expedición hizo honor a los nombres de las embarcaciones y Franklin y sus 128 hombres desaparecieron en el Ártico. Aunque la existencia del paso se corroboró en 1853 con el viaje por el hielo de Sir Robert McClure, sólo en 1906 el noruego Ronald Admundsen pudo en realidad navegarlo. Finalmente, la importancia geopolítica del paso demostró ser mínima.⁸³

Conjuntamente con las observaciones de las profundidades se realizaban también las mediciones de otros aspectos del océano que revestían particular interés como las relacionadas con la medición de la temperatura a medida que la profundidad aumentaba.

⁸² Idyll, C., *The Science of the sea, a History of Oceanography*, Editorial Nelson, Londres, 1970.

⁸³ Guberlet, Muriel, *Explorer of the Sea*, Editorial Ronald, nueva York, 1964.



Figura 42. Sir James Ross.

Se había avanzado en ese campo con la invención en 1787 del llamado termómetro de Six o de máximas y mínimas, diseñado para uso meteorológico por James Six y probado en el océano por primera vez por el Capitán Von Krusenstern en 1803, a bordo de los barcos rusos *Nadezha* y *Neva*. Estas primeras mediciones indicaban que las aguas profundas mantenían temperaturas estables por el efecto producido por la deformación causada por la presión.

Un compañero de John Ross en su búsqueda del paso del noroeste, Edward Sabine quiso saber cómo se comportaba la temperatura en aguas tropicales y vino al Caribe, donde realizó experimentos que

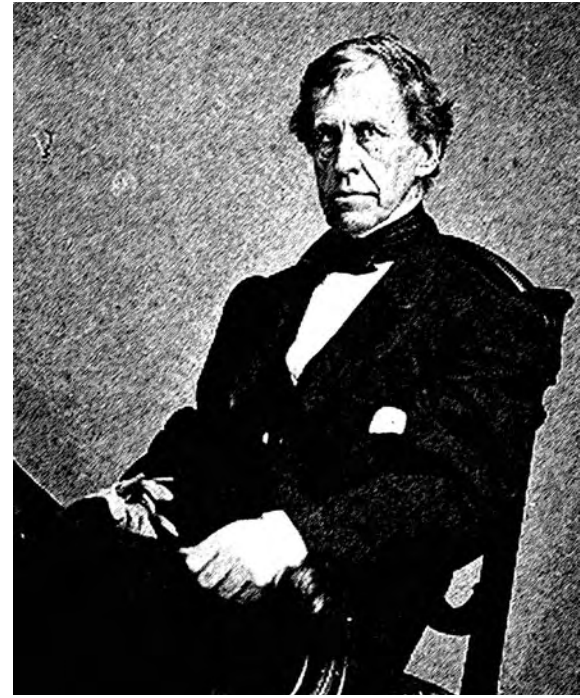


Figura 43. Capitán Charles Wilkes.

incluyeron bajar un termómetro dentro de una esfera metálica para evitar los efectos de la presión. Sabine publicó en 1822 sus observaciones de lo que probablemente sea la primera campaña oceanográfica del Caribe. Entre los años 1839 y 1842 se produjo una importante contribución tecnológica por parte del capitán Charles Wilkes, que era a la fecha, el segundo director de la Oficina de Cartas e Instrumentos de la Marina de Inglaterra el cual realizó sondeos en la Antártica utilizando por primera vez cable de cobre para sumergir una sonda, técnica que no se perfeccionaría sino hasta medio siglo más tarde.⁸⁴

⁸⁴ Boucart, Jacques, *Geographie du fond des mers*, Editorial Maritime, Paris, 1949.

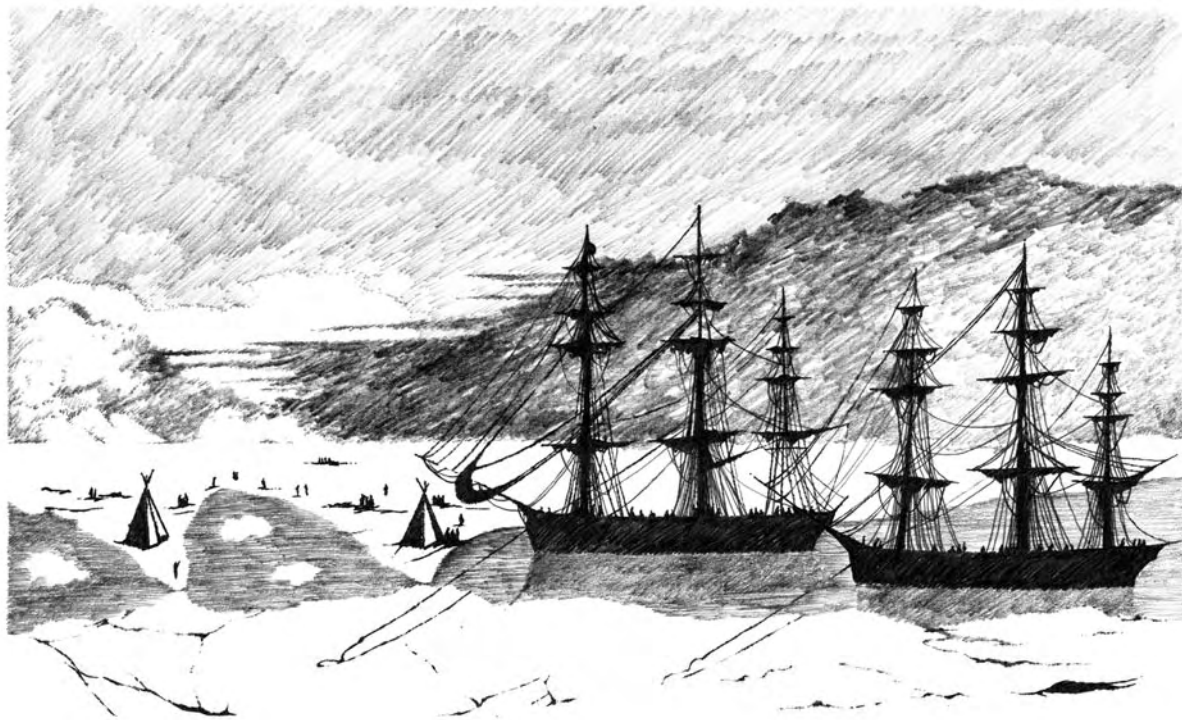


Figura 44. Flotilla del Capitán James Ross en el Ártico.

4.3. LA VIDA EN LAS GRANDES PROFUNDIDADES

En el área de la biología, también se estaba avanzando. ¿Había vida a mayores profundidades?, ¿Como era esa vida? El sistema de nomenclatura de Linneo permitió que a miles de organismos marinos se les pusiera un nombre. Jean de Lamarck, considerado por muchos el fundador de la Biología, en su notable trabajo "Investigaciones sobre la organización de los cuerpos vivos", de 1801, describe la morfología de muchas especies marinas y Georges Cuvier nombra, describe y clasifica organismos marinos provenientes de muchas partes del mundo. En 1802 nace la palabra "Biología" con la publicación del libro "Biología, o sea Filosofía de la naturaleza viviente por un naturalista y médico" del alemán G. R. Treviranus.⁸⁵

Las mediciones de las características del agua de mar tomaban cierto interés en la comunidad científica. Los primeros análisis cuantitativos del agua de mar se le adjudican a Torbern Bergman a mediados del siglo XVIII. Por la misma época, se la asigna a Antoine Lavoisier, el descubrimiento del oxígeno, aunque éste estaba más interesado de las posibilidades medicinales del agua oceánica. En el aspecto químico uno de los avances más notables se dio cuando en 1819 Alexander Marcet, un suizo que trabajaba en Londres como químico, notó que a pesar de que en algunas zonas el agua de mar es más salada que en otras, siempre tienen los mismos componentes y en las mismas proporciones, descubrimiento éste, que permitió, después de mucha controversia, calcular la salinidad a partir de la clorinidad. Estos trabajos

⁸⁵ Buchsbaum, Ralph, *The life at Sea*, Eugene, Oregon, 1958.

fueron complementados por el químico danés Johann Forchhammer con la publicación en 1865 de su libro *La composición general del mar*. Sin embargo, el tema siguió en discusión hasta que uno de los químicos del Challenger, William Dittman, un alemán profesor de la Universidad en Glasgow, realizó la famosa prueba de las 77 muestras de agua oceánica provenientes de alrededor del mundo y ratificó el concepto de la uniformidad de las proporciones de los constituyentes mayores.⁸⁶

El arte de sondear dio un paso muy importante con el invento del oficial de la marina estadounidense, John Mercer Brooke, en 1854, al utilizar un instrumento que al llegar al fondo, liberaba un peso que se liberaba al tocar fondo, indicando la profundidad. Se inician en ese periodo las mediciones de la profundidad con sondalezas para medir pequeñas profundidades, haciéndolas con un peso de plomo en que en la base lleva una cavidad que se llenaba de sebo o jabón, a los que se adhiere una muestra de arena o de pequeñas conchitas de restos de animales los que les permitía conocer en forma muy general la naturaleza de los sedimentos que cubrían el piso oceánico. Para mayores profundidades, se comenzaron a emplear instrumentos de mayor peso de 16 a 30 kilogramos, suspendidos a una cuerda delgada de alambre, que fue posteriormente remplazado por una cuerda de cáñamo.

⁸⁶ Herdman, W. A., *The Founders of Oceanography and their work*, Editorial Penguin Books, Nueva York, 1969.

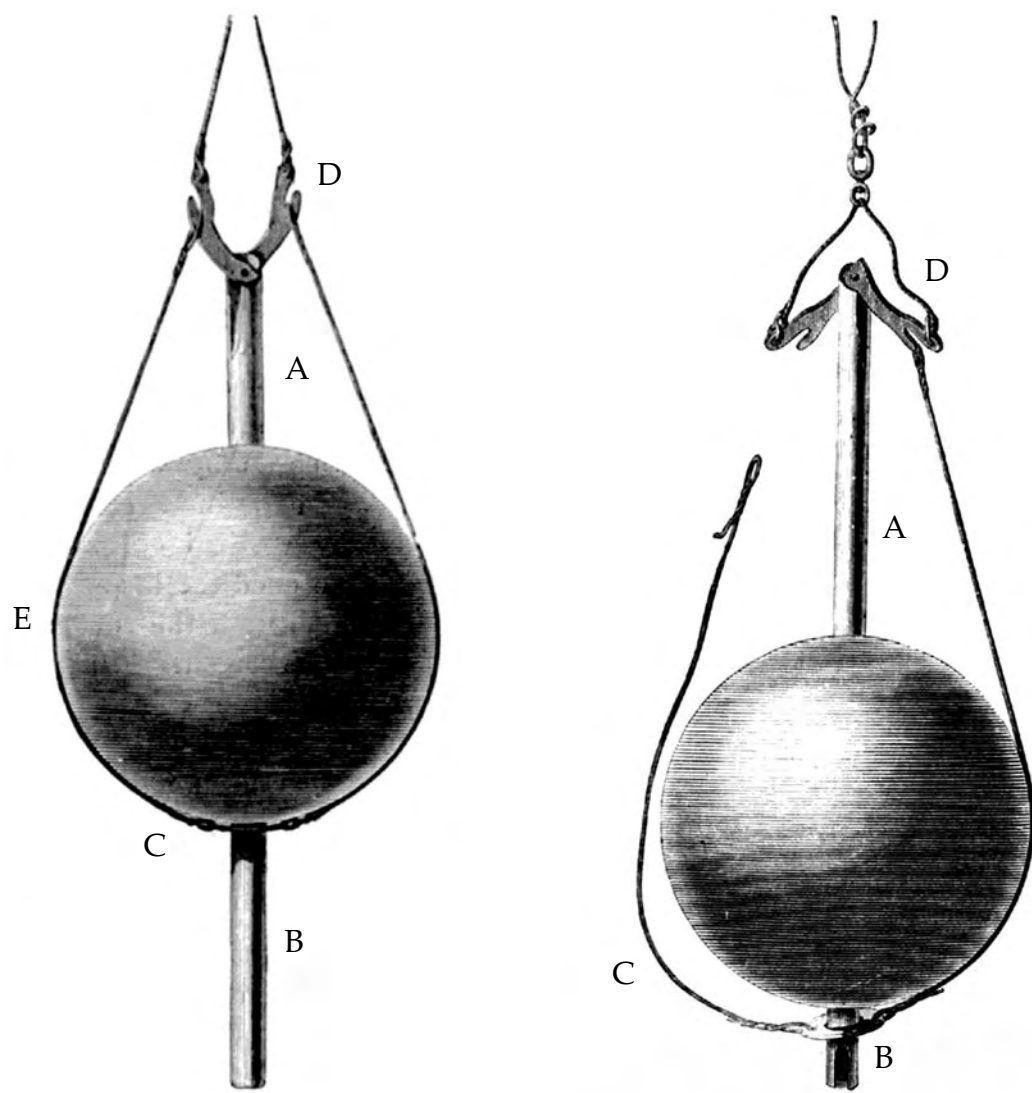


Figura 45. Escandallo de Brooke.

Entre los años 1850 a 1853, se estudió lo que en esa época se denominaba la ley “del descenso”, por los oficiales de la Armada de los Estados Unidos Lee y Berryman” En base a informaciones obtenidas de esa forma en 1856 A.D. Bache, del Servicio Geodésico americano calculó de manera bastante acertada la profundidad media del Pacífico - entre 2000 y 6000 metros lo cual lo complementó a partir de los datos de un Tsunami formado por un terremoto en Japón en 1850.⁸⁷

En otros aspectos del conocimiento del océano participa muy activamente el biólogo William Scoresby, hijo de un ballenero escocés, que pasó su juventud siguiendo ballenas en las aguas de Groenlandia. Fascinándose por las migraciones de estos cetáceos, notó que éstas siguen aguas de ciertas características físicas. Cautivado por interpretar estas observaciones, Scoresby inicia en 1810 en la Universidad de Edimburgo la escuela de Natural Philosophy, formando una línea de investigación que fructificaría durante muchos años, con científicos como Forbes, Thomson y finalmente Murray a quien se le suele considerar el padre de la oceanografía moderna.⁸⁸

A pesar de todos los esfuerzos realizados y de los progresos ya obtenidos, la oceanografía como esfuerzo organizado de búsqueda, aún no era una disciplina reconocida como tal.

⁸⁷ Edvalson, F. M., *Sea floor, names*. In Principle and practice, 10th Pan-American Institute of Geography and History Symposium, Boston, 1965, pp. 756-804.

⁸⁸ Guberlet, Muriel, Op. Cit.

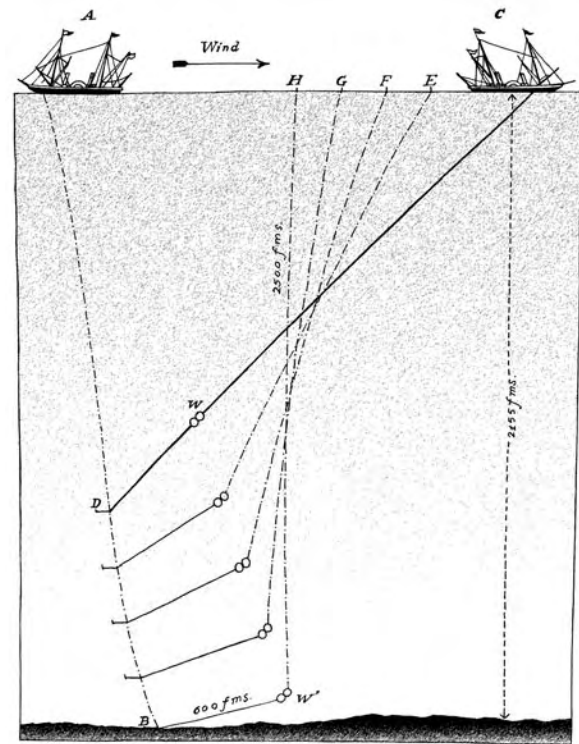


Figura 46. Modalidad para calcular la deriva de la embarcación y su relación con las mediciones de la profundidad.

Solamente aparece como tal a fines del siglo XIX gracias al rápido desarrollo de la ciencia en general y particularmente porque las ciencias fundamentales que la establecen como lo son la física, la química, la geología y la biología habían alcanzado un grado de desarrollo que posibilitaba la exploración científica. En forma independiente del avance científico, la lucha por el control de los océanos y la geopolítica se incrementó entre las grandes potencias Europeas. La navegación, su control y seguridad pasó a ser un tema de primordial importancia, lo que las lleva a

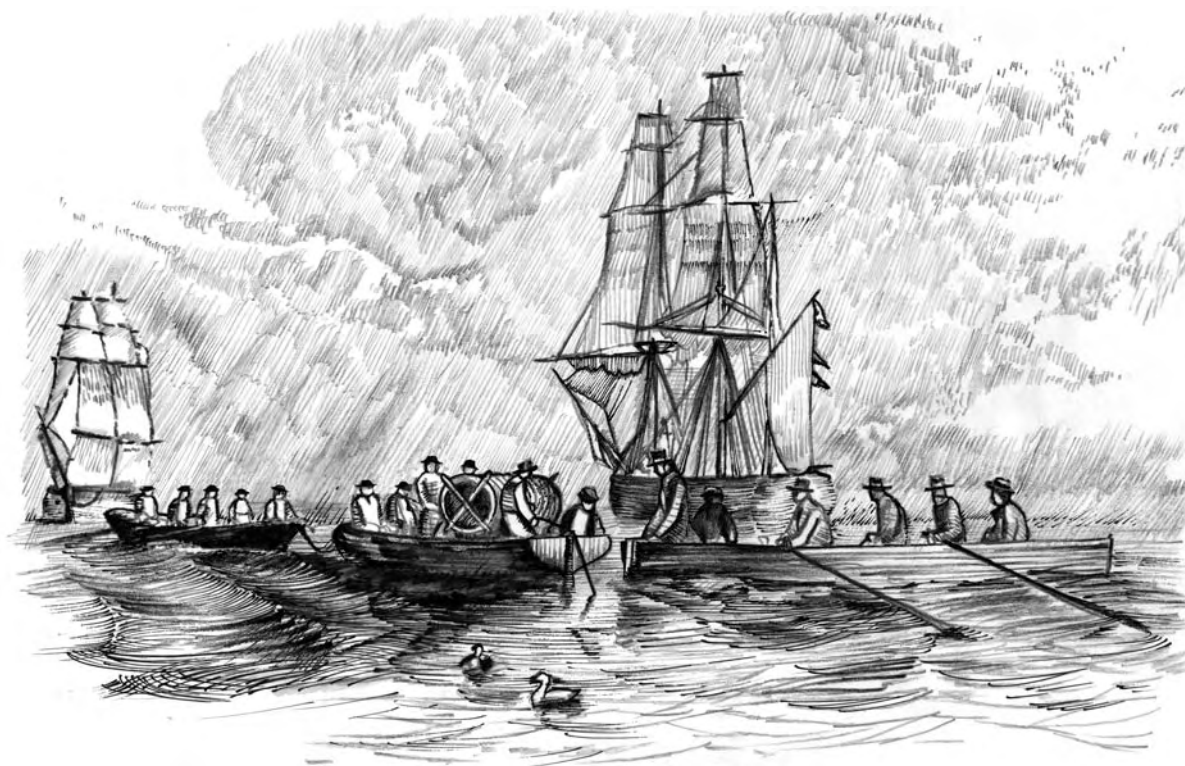


Figura 47. Observaciones de reconocimientos de las profundidades, utilizando escandallos.

iniciar acciones en el mar de orden más institucional y organizadas y a dotar a sus armadas respectivas de mayores y mejores medios. La recopilación organizada de informaciones del océano, ya había sido iniciada con la creación de la “Depot des Cartes, Plans, Journaux et Mémoires Relatifs a la Navigation” en Francia en 1720, con la misión de compilar las cartas, planos y diarios de navegación de la Marina Francesa. Esta fue seguida de la similar británica en 1795.⁸⁹

4.4. LOS FUNDADORES DE LA OCEANOGRAFIA.

Un punto crucial en la tecnificación de la navegación y la seguridad en el mar lo dio en Norte América con la publicación en 1802 del “New American Practical Navigator” de Nathaniel Bowditch, un aficionado, nacido en 1773 en Salem, Massachussets. Era hijo de un mercader de cobre, pero la pobreza le obligó a abandonar la escuela a los 10 años y dedicarse a labores de mar. Su genio para las matemáticas y las lenguas fue reconocido y pasó a ser una especie de asesor de los patrones de embarcaciones. Su dedicación e interés personal por el océano, y sus capacidades intelectuales lo hicieron merecedor de un doctorado Honoris Causa en leyes de Harvard e incluso le ofrecieron la cátedra de matemáticas. Sus trabajos pacientes y constantes le permitieron concentrar toda la información disponible al navegante de la época, en un solo manual fácil de entender. Su contribución es poco conocida, pero inicia el camino a la suprema-

cía de los Estados Unidos de Norteamérica durante la era de los “Clipper”. Cuando Nathaniel Bowditch murió, en 1838, la Oficina de Cartas e Instrumentos compró los derechos y el “New American Practical Navigator” sigue publicándose, en versiones modernizadas, con casi un millón de copias vendidas en decenas de ediciones. Un gran paso hacia la recopilación sistemática de información hidrográfica lo dio Marsden, Secretario de la Armada Británica, durante las guerras napoleónicas. Marsden dividió los océanos en cuadrados que aún llevan su nombre y ordenó recopilar la información de las bitácoras de todos los barcos del Almirantazgo. Simultáneamente al otro lado del Atlántico se crea en 1830 la Oficina de Cartas e Instrumentos de la Marina Estadounidense y llega a su dirección un hombre a quien se le considera el padre de la Oceanografía Física; Matthew Fontaine Maury.⁹⁰

Uno de los primeros investigadores que hicieron que la curiosidad humana acerca del conocimiento del mar se convirtiese en una ciencia, fue Matthew Fontaine Maury (1806–1873), oficial de marina norteamericano notable por su visión y perseverancia. El interés principal de Maury era el de un marino práctico. Pero sus intensivos estudios marinos le permitieron establecer los fundamentos de la moderna ciencia de la oceanografía. Antes de Maury, los marinos navegaban sin un conocimiento minucioso de las corrientes, o de las razones que determinaban las tormentas. Pero, cuando murió, formaban parte del equipo de todo navegante completas cartografías de las corrientes marinas principales, de los vientos

⁸⁹ Reussener, A., Op. Cit.

⁹⁰ Cowen, Robert, *Frontiers at Sea*, Editorial Doubleday and Co., Nueva York, 1961.

prevalecientes y de las direcciones de las tormentas. Pero, cuando murió, formaban parte del equipo de todo navegante completas cartografías de las corrientes marinas principales, de los vientos prevalecientes y de las direcciones de las tormentas. Maury se planteó desde el principio un programa muy ambicioso. Los rigores e incertidumbres de la vida en el mar, muy a menudo sólo sobrellevados con el instinto del marino, le hicieron comprender el potencial valor de nuevas cartas que mostrasen la dirección esencial y la fuerza de vientos y corrientes.⁹¹

Su primer libro “Nuevo Tratado Práctico y Teórico sobre la Navegación”, publicado en 1836, se recibió con cierto interés en aquella época. En 1839, Maury comenzó a tomar datos de los libros de bitácora de los buques en relación a vientos, corrientes, temperaturas. Ello había de constituir el material fundamental del principal trabajo de su vida. En 1842, por sus meritos personales, fue nombrado superintendente del Centro Naval de Cartas e instrumentos, que incluía el observatorio Naval, dándole así la oportunidad de encontrar información oceánica en la escala que necesitaba. Comenzó a examinar el archivo de los antiguos diarios de a bordo que ahora tenía a su disposición, buscando datos pertinentes a la formación de las cartas marinas que se proponía establecer. Cinco años después publicó su primera carta sobre vientos y corrientes. En 1851 los extractos de los libros de navegación de más de un millar de buques habían llegado a la oficina de Maury. Aquellos antecedentes y subsiguientes informes le capacitaron para trazar cartas referentes a muchos aspectos de la climatología marina, incluyendo una ruta a los principales barcos balleneros.

⁹¹ Carson, R.: *The Sea around us*, Oxford University Press, 1951.

Escribió el primer libro de texto sobre la física oceanográfica “Geografía Física del Mar” publicado en 1855. La marina norteamericana hasta nuestros días, publica mensualmente las “Cartas del Piloto”, por la Oficina Hidrográfica y que llevan esta leyenda: “(...)Fundadas en las Investigaciones hechas por Matthew Fontaine Maury, que sirvió en calidad de teniente en la armada de los Estados Unidos(...)” La labor de Maury fue preponderante para la organización de una de las primeras conferencias científicas



Figura 48. Matthew Fontaine Maury.

internacionales la cual se desarrolló en Bruselas en 1853 destinada a considerar la conveniencia de establecer un sistema de observación marítimo y climatológico. Maury ejerció un sobresaliente papel en la conferencia, e inspiró el establecimiento de observatorios meteorológicos en Alemania y la Gran Bretaña. El demostrado valor de las cartas de Maury y parcialmente el resultado de la reunión, hicieron que otras naciones marítimas empezasen a establecer servicios hidrográficos, que a menudo cooperaban entre sí y con Maury en la confección de las cartas del mar. De esa forma Maury fue un gran precursor al estimular la cooperación internacional en la investigación del océano y el primero en formular

cartas de las grandes corrientes marítimas. Maury era esencialmente un climatólogo, un estadístico que extrajo una concepción y descripción de lo que había sobre y bajo los océanos. Lo que pretendía era solamente ayudar a la navegación más que a construir el fundamento de la comprensión del mar. Su contribución a lo científico descansaba en el reino de lo abstracto, pero demostró que muchas observaciones sueltas, tomadas en sitios muy diseminados, podían analizarse de modo que produjeran una significativa descripción de las condiciones de la dinámica de los océanos.⁹² En esa misma época, en Inglaterra, aparece la figura de Edward Forbes (1815-1854). En un sentido real, Forbes fue uno de los herederos de Aristóteles en ese campo de las ciencias del mar. Vivió en la estela de los naturalistas y coleccionadores, algunos de los cuales buscaban ejemplares en las aguas marinas superficiales. Algunos de aquellos naturalistas eran meros aficionados, pero Forbes era un científico profesional que, como su predecesor Aristóteles, miraba las cosas con perspectiva muy amplia y fue generalmente reconocido como el primero de los intelectuales en el terreno que había elegido. Efectuó extensas investigaciones personales y estimuló a otros a que las hicieran. En el análisis de las colecciones biológicas hizo entero uso de los conocimientos geológicos de su tiempo relacionado la concatenación de los fósiles en los estratos rocosos con las plantas marinas vivientes y demás animales análogos, y procurando precisar el efecto de la pasada historia de la tierra y el mar en la presente distribución de los organismos biológicos.

Forbes señaló que la forma del fondo del mar constituye un importante factor ambiental. Las escarpaduras y otros obstáculos según sus teorías, podían aislar entre sí diferentes y contiguas poblaciones animales. Notó también que los elementos químicos y físicos del mar – las concentraciones e interacciones de los minerales y otros elementos suspendidos en el agua por la fuerza de las corrientes– influían de modo considerable en las vidas de los animales marinos. Al aconsejar la investigación de tales factores estimuló el desenvolvimiento de otros aspectos de la ciencia oceanográfica, aunque quizá no se diese cuenta del vasto campo de descubrimientos que abría. En 1850 las universidades de Escocia (Forbes estudió en Edimburgo), habían producido una escuela de científicos que habían escrito monografías sobre todos los grupos importantes de organismos que viven en el mar. Forbes, impulsor de tal escuela, fue también contemporáneo de naturalistas marinos tan famosos como el noruego Michael Sars y el francés Henri Milne-Edwards, Compartiendo con ellos la distinción de haber desarrollado las técnicas prácticas que estimularon el uso amplio de la “rastra del naturalista”, ingenio que facilita, la exploración de los habitantes de las profundidades marinas. La contribución de Forbes a la oceanografía consiste tanto en las orientaciones que inspiró como en sus propias aportaciones investigativas. Esa inspiración se reconoce hoy como una de las principales fuerzas animadoras de la investigación de los fondos marinos.⁹³

⁹² Charlier, H. y Charlier, P.: *Matthew Fontaine Maury, Cyrus Field and the physical geography of the sea*, Editorial Maxwell Macmillan, Toronto, N° 16, 1970.

⁹³ Frances y Walter Scott: *Exploring Ocean Frontiers*, Editorial Parent’s Magazine Press, Nueva York, 1970



Figura 49. Edgard Forbes.

Uno de sus biógrafos le describe como “un genio simpático y vívido, con un espíritu libre e independiente que abarcaba un ámbito muy vasto en el campo del trabajo y el saber”. Añade que Forbes fue “ciertamente el más brillante e inspirativo naturalista de su tiempo, tiempo en el que era posible aún proporcionar contribuciones originales en varios aspectos de la ciencia”. Una indicación de la amplitud de los conocimientos de Forbes se encuentra en la circunstancia de que ejerció con mucha distinción el puesto de profesor de botánica en el Colegio Real de Londres (1842), y el de profesor de historia natural en Edimburgo (1854). Aparte de su distinción como naturalista, Forbes tenía un brillante sentido del humor y un talento literario que combinaba con su carácter de intelectual, lo cual hacía que sus diversos estilos científicos se elevaran mucho sobre el nivel medio de los parcos informes y en las exposiciones de laboratorio. Su primer trabajo importante titulado “La Estrella de Mar de Inglaterra”, se publicó en 1840, cuando él tenía veintiséis años y es

una ilustración práctica de su mérito. Es en ese plano ilustrativo conocer, por ejemplo, la siguiente descripción del forcejeo de Forbes con un desconcertante autodestructivo ser de mar, llamado, con razón, “Luidia fragilissima”: **“La primera vez que capturé una, logré introducirla entera en la embarcación. Nunca había visto una hasta entonces y, sin conocer nada de sus poderes de suicidio, la coloqué sobre uno de los bancos de remero para apreciar mejor su forma y colores. Al intentar cogerla para poderla conservar, vi con horror y desencanto, que sólo tenía ante mí una colección de fragmentos. Todos mis esfuerzos para conservarla quedaron neutralizados por sus ejercicios destructivos y ahora está representada en mi despacho por una extremidad sin centro y un centro sin extremidades. Cuando fui a pescar en el mismo lugar otra vez, resuelto a no dejarme engañar de nuevo por semejante ejemplar, llevé conmigo un cubo de agua potable, líquido al que la estrella de mar tiene particular aversión. Como esperaba cayó en la rastra Luidia, de la más ostentosa clase. Como generalmente no suele destruirse antes de que se la saque de la superficie del mar, cauta y temerosamente hundí mi cubo en un nivel inmediato a la boca de la rastra y con toda suavidad procedí a sumir a la Luidia en el más puro elemento. Sin embargo, o el aire frío era demasiado para el animal, o le aterrorizaba la vista del cubo, por lo que, en un momento, disolvió su organismo y en todas las partes de la rastra viéronse separar sus fragmentos.**

Desesperado, cogí el mayor de todos y conseguí llevarme la mayor de sus extremidades, con su ojo terminal, cuyo espinoso párpado se abría y cerraba con algo que se parecía mucho a un gesto de irrisión.⁹⁴

Aunque Forbes es justamente honrado por sus muchas contribuciones positivas a la ciencia, la historia científica no olvidará nunca su errónea y célebre teoría de la zona azoica. En esto estableció un límite hipotético de profundidad más allá del cual los animales marinos no se encontrarían vivos. A medida que se desarrollaba su teoría crecían las dudas, estimulando así más actividades de sondeo de gran alcance que abrieran una fase nueva de la investigación oceanográfica. La teoría partió de las investigaciones de Forbes en el Mediterráneo. En 1841, se embarcó en calidad de naturalista en el barco de guerra "Beacon". Su principal misión era investigar el Mediterráneo oriental, generándose para él, su primera oportunidad de estudiar la vida marítima fuera de las costas británicas y aprovechó el momento para estudiar los organismos marinos en los mismos lugares que antaño explorara Aristóteles. Sondeó el Egeo hasta la profundidad de los 500 metros, lo que no había conseguido nadie hasta entonces. Con gran sorpresa encontró que las estrellas de mar vivas y otros invertebrados vivían en esas profundidades, lo que era sorprendente ya que hasta entonces eran considerados sólo como fósiles. Como resultado de sus estudios en el Mediterráneo oriental, Forbes distinguió ocho principales zonas de profundidad, cada una caracterizada por la existencia de distintos organismos. Sugirió, pues, la entonces plausible teoría de

que la vida marina tiende a disminuir con el aumento de la profundidad. Las plantas, que dependen de la luz solar, desaparecen primero, con los animales que dependen de las plantas y unos de otros. Más, debajo de los 600 metros, calculó Forbes, no debía existir vestigio de vida organizada en lo animal. La opinión de Forbes reflejaba la opinión científica de aquel tiempo. Pero no tardaron en sobrevenir pruebas en contrario. En 1860 se rompió un cable telegráfico en el Mediterráneo a una profundidad de cercana a los 3000 metros. Cuando se le haló se encontró un coral firmemente adherido a la superficie del cable. Moluscos, gusanos y otros animales que llevan vidas sedentarias firmemente arraigados a una base, estaban adheridos a ciertas partes del cable.⁹⁵ Antes de esto, como ya se ha mencionado, se habían encontrado animales en abundancia a profundidades de mayores a los 1.000 metros durante la expedición antártica (1839-1843) de los barcos ingleses "Erebus" y "Terror", bajo el mando de Sir James Ross. Aquel no fue el primer caso en que se encontró un animal marino de agua profunda. La expedición de John Ross a la bahía de Baffin, en 1818, halló un animal marino, semejante a una estrella de mar, recogido por la sondaleza a la profundidad de más de 1.500 metros.

Entre 1850 y 1870 Michael Sars y su hijo George Ossian Sars hallaron organismos vivos a la profundidad de 900 metros. Pero los escépticos opinaban que aquellos animales podían haber sido capturados por la rastra en zonas intermedias entre la superficial y la azoica.

⁹⁵ Russel, F., y Yonge, C., *The Seas, our knowledge of life in the sea, and how it is garnered*, Editorial W. Norton y Co., Nueva York, 1944.

⁹⁴ Cowen, Robert, Op. Cit.

Pero los seres vivos capturados por un cable a más de 800 metros de profundidad no podían, claramente, ser dejados de lado. Parecía increíble que en tan negras profundidades y en tales presiones pudiera existir la vida. Pero los animales delicados de las profundidades del mar, cuyos tejidos están permeados por fluidos bajo presiones iguales a las del agua que les rodea, pueden, en los abismos oceánicos, resistir presiones de toneladas por pulgada cuadrada. Ello fue gradualmente comprendido, sin embargo, Forbes había supuesto que sus experimentos en el mar Mediterráneo bastaban para sostener su teoría azoica, fundando su razonamiento en condiciones que no correspondían a las de los grandes océanos ni en las de otras partes del Mediterráneo. Uno de los investigadores cuya imaginación se encendió con los nuevos descubrimientos resultó ser Charles Wyville Thomson (1830-1882), que había de ser destinado a conducir la más célebre expedición oceanográfica de la historia: el viaje del "Challenger". Como Forbes, Thomson aportó su amplio conocimiento de muchas ciencias al estudio de la vida marina. Igual que Forbes, terminó su carrera siendo catedrático de historia natural en Edimburgo. Fue uno de los científicos que probaron con más razones el error de la teoría azoica. Gracias a su dirección de la expedición del "Challenger", pudo llevar los descubrimientos oceanográficos de Forbes a su plena maduración.

Inspirándose en las recolecciones alcanzadas en aguas relativamente profundas por George y Michael Sars, Thomson deseaba explorar mayores profundidades. Gracias a los buenos oficios de sus amistades y a la ayuda de la Royal Society, el Almirantazgo Británico se resolvió a proporcionar los medios de ejecutar varios cruceros de investigación.

Durante esos meses, en el otoño de 1868, Thomson y su colega, el doctor W. B. Carpenter, pudieron utilizar un pequeño cañonero, el "Lightning". Otro cañonero, el "Porcupine", fue puesto a su disposición en 1869 y 1870. En aquellos varios cruceros fueron explorados las aguas profundas del Atlántico entre las islas Feroe y el estrecho de Gibraltar. Una notable contribución fue la publicación del libro de Thomson "Las Profundidades del Mar", que, basado en sus investigaciones de las profundidades, publicado en 1872.

Thomson describe el "Lightning" como "un anticuado y viejo que tenía el dudoso título de honor de ser acaso el más viejo barco de palas de la armada de su Majestad". Pero, aunque Thomson y sus compañeros de expedición no lo pasaban bien en el "Lightning", pudieron recoger animales marinos a profundidades de más de 1.000 metros.



Figura 50. Charles Wyville Thomson.
A bordo del Challenger con ropas blancas.

Con el “Porcupine”, barco más marinero y en mejores condiciones llegaron a capturar ejemplares a profundidades aun mayores. El arrastre halló abundante vida animal en todas las profundidades que intentaron. Algunas de las criaturas capturadas parecían estrechamente relacionadas a formas extintas de los más remotos períodos geológicos. Thomson celebró especialmente el encuentro de un ser marino flexible, fósil viviente del que no se conocía nada, salvo por haberlo encontrado en formaciones calizas. La descripción que de sus descubrimientos hace en su libro indica la excitación que tales descubrimientos provocaban en aquella época: “Cuando izamos la rastra divisamos en ella un gran animal escarlata (...) Como soplabla el viento y había alguna dificultad en fijar la rastra hubo mucho temor de que el animal sólo pudiera ser recogido en pedazos. Quedamos sorprendidos, por consecuencia, cuando salió de la red sin daño alguno y nuestra sorpresa creció – y, en mi caso, mi nerviosidad – cuando se arrolló como si fuera un pastel y principió a bloquear, comportamiento que, en el caso más favorable, resultaba insólito en aquella especie rígida y poco demostrativa. De todos modos tenía todas las características de su género, aunque curiosas ondulaciones recorrieran su cuerpo perfectamente liso. Hube de hacer algún acopio de resolución antes de coger el singular y pequeño monstruo y me felicité por haber conseguido la más interesante adición que, en mucho tiempo, obtuve a mi familia animal favorita”.⁹⁶

Las adquisiciones hechas por la rastra resolvieron el problema de si existía vida en los grandes abismos. Además, la instalación del cable trasatlántico había despertado ya el interés por las condiciones de la vida en el fondo del mar, en relación a lo que podían afectar a los cables. Por eso se habían realizado ya cierto número de exploraciones submarinas a cargo de varios países, entre ellos Inglaterra y los Estados Unidos.

Los resultados fueron muy mediocres y sólo acusaron la general falta de conocimientos oceanográficos. Estaba, pues, ya maduro el tiempo en que convenía emprender una profunda exploración científica del mar. El profesor W. B. Carpenter, que había intervenido fructíferamente en investigaciones científicas anteriores, escribió al almirantazgo instando la organización de una expedición científica alrededor del mundo. Los éxitos del “Lightning” y “Porcupine” hablaban por sí solos y la petición fue concedida a condición de que la Real Sociedad concudiese y trazase un plan viable del viaje. La Real Sociedad nombró una comisión especial, que preparó un extenso plan de la operación. En su debido tiempo se preparó un buque de guerra, el “Challenger”, para albergar a los investigadores y pronto la expedición estuvo en camino, marcando el principio de la oceanografía como ciencia incorporada al acervo mundial.⁹⁷

⁹⁶ Cowen, Robert, Op. Cit., pp. 52

⁹⁷ Ibidem

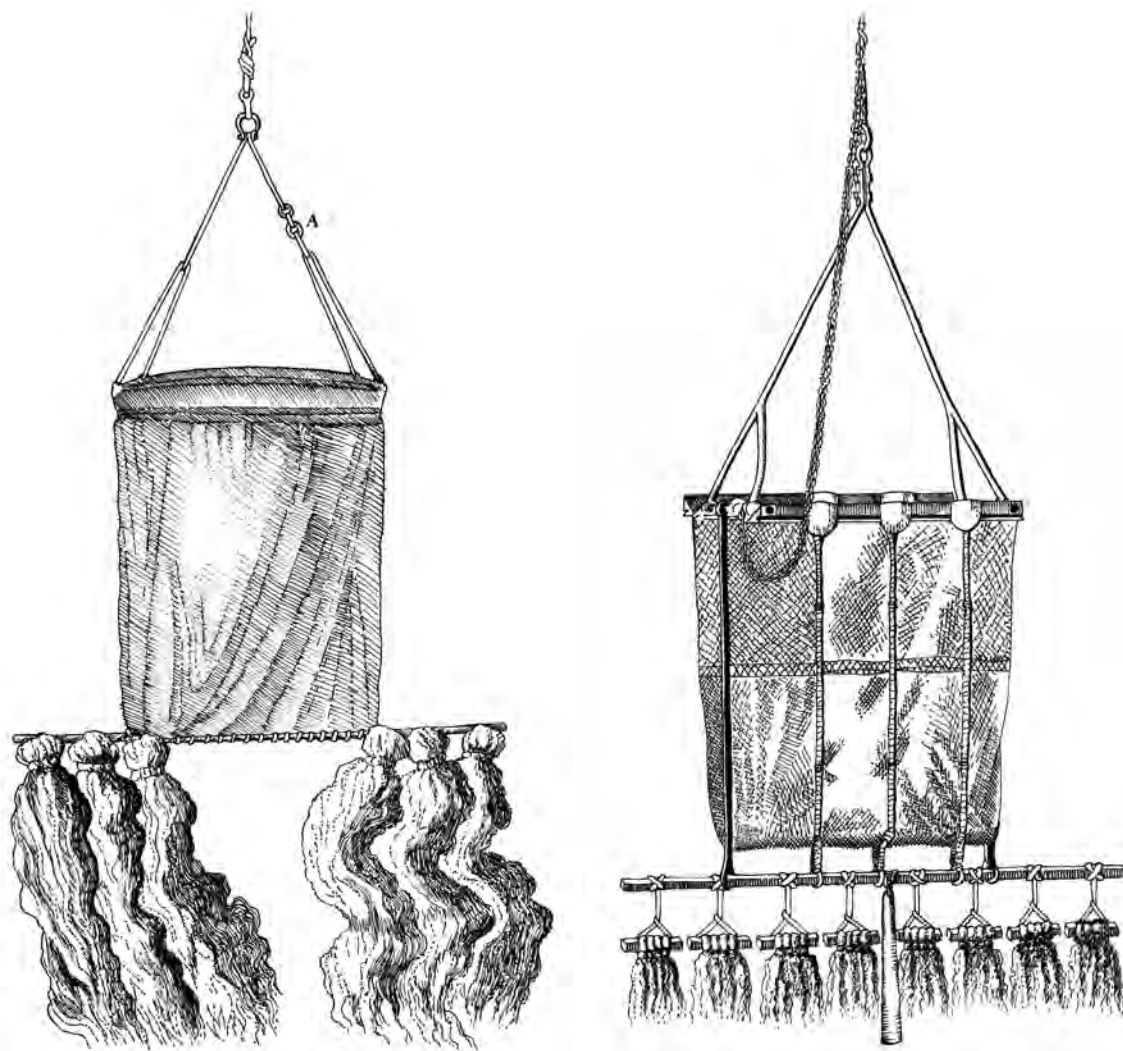


Figura 51. Rastras utilizadas en el "Challenger".

4.5. EL VIAJE DEL “CHALLENGER”

El 7 de diciembre de 1872 el “Challenger”, corbeta de 2.306 toneladas, plenamente aparejada, con máquina auxiliar de vapor y velamen complementario para obtener una escora voluntaria hasta 46° por una banda y 52° por otra, zarpó de la desembocadura del Támesis. Desde entonces hasta el 24 de mayo de 1876, navegó en torno al globo recorriendo 68.890 millas náuticas a través de los grandes océanos y recogiendo datos y ejemplares biológicos de todas las profundidades y casi todas las latitudes.

El resultado final fue una colección extensa de organismos marinos tal como nunca viera el mundo editándose cincuenta gruesos volúmenes que contenían el resumen de los nuevos conocimientos, muchos de ellos aún útiles hoy como obras de referencia. Los tres años y medio de viaje del “Challenger” constituyen hasta el presente la consecución máxima en el orden de una gran expedición científica. Tampoco se ha superado el alcance e intensidad de sus observaciones oceanográficas. Wyville Thomson dirigía el personal científico civil del “Challenger” y el capitán George S. Nares mandaba el buque y la tripulación. Nares fue trasladado a mitad del viaje, siendo sustituido por el capitán Frank Thomson.⁹⁸ Como barco de guerra el “Challenger” montaba usualmente dieciocho piezas del 68. Todos aquellos cañones, menos dos, fueron retirados del buque y el puente se dedicó enteramente al trabajo científico. Había dos laboratorios completos, uno para las tareas biológicas y otro para las químicas.

Existía una biblioteca informativa, pequeña pero selecta y un camarote particular para cada uno de los científicos civiles. El equipo técnico fue el mejor que en el siglo XIX pudo reunirse. Además de una bien surtida colección de cartas y de un amplio complemento de medios de navegación, la corbeta iba perfectamente provista de instrumentos hidrográficos, magnéticos y meteorológicos. Existían frascos de medida de profundidades, especialmente adaptados para el trabajo en los grandes océanos con rastras y aparatos de remolque para recoger ejemplares en los altos fondos y en las profundidades intermedias. También se disponía de varias millas de cables para las operaciones de sondaje y de cable reforzado para halar las rastras.

Lord Kelvin había contribuido a crear un sistema para realizar sondeos con alambre que a él le parecía más útil que el de cable acostumbrado. Pero el cable de alambre no respondió y todos los sondeos oficiales del “Challenger” se hicieron con finos cables de cáñamo. Para los sondeos se colocaba una pesa de cien kilos al extremo de una cuerda arrollada a un tambor de un par de metros de diámetro. El conjunto de la operación solía llevar varias horas. Técnicamente, el “Challenger” fue el primer buque de vapor que cruzó el círculo polar antártico. Pero, en la práctica solía navegar a vela y reservaba sus 1.234 caballos de vapor de la máquina para alcanzar una posición estática y manejar los ingenios que manipulaban los elementos de sondeo y arrastre. Es muy dudoso que la expedición hubiera tenido éxito sin el uso del vapor. Mucho del material del sondeo a grandes profundidades era muy pesado para que fuera operado a mano.

⁹⁸ Bailey, H., *El Viaje del Challenger*, Editorial Scientific American Blume, Madrid, 1978.



Figura 52. El “Challenger” haciéndose a la mar.



Figura 53. El Capitán del "Challenger" George Naares.

Además, hubiera sido virtualmente imposible hacer que un barco de vela se mantuviera eficazmente en lo que los oceanógrafos llaman "una posición estática". Ello significa ocupar en latitud y longitud un lugar cuidadosamente calculado en el océano y permanecer allí en la medida más posible mantenerse estacionario, mientras se adquieren ejemplares y se verifican medidas.⁹⁹ El "Challenger" estuvo, en conjunto, en 362 estaciones oceanográficas. En todos los casos se determinó la profundidad en forma bastante exacta. Una sonda con pesos que variaban de acuerdo a la necesidad, se lanzaba al agua, recogiendo ejemplares marinos, mientras un termómetro anexo al aparato comprobaba la temperatura del agua. En muchos casos se recogieron animales del mismo fondo y las profundidades y temperaturas se medían en diversos puntos entre el fondo y superficie, mientras se capturaban organismos marinos con una red de arrastre. En conjunto, el equipo del "Challenger" dispuso de todo lo necesario para todas sus tareas y la expedición resultó muy exitosa.

⁹⁹ Charnock, H., *H.M.S Challenger and the development of marine science*, Journal of Navigation, N° 26, Londres, 1973.

Cuando zarpó de boca del Támesis, el conocimiento del fondo del mar era prácticamente un total misterio. Cuando regresó y se publicaron los informes consiguientes, el océano continuaba siendo en gran parte un desierto poco conocido, pero sus medidas generales habían sido tomadas. Se encontraron centenares de animales, a menudo de aspecto rarísimo. Los naturalistas identificaron 4.717 nuevas especies y 715 nuevos géneros entre los ejemplares recogidos. Sin embargo, todos tenían relación con las especies conocidas y científicos y profanos se sintieron un tanto desencantados al advertir que el "Challenger" no había capturado "fósil viviente" alguno.

La expedición liquidó también un mito presente en la época. El cuidadoso examen de los ejemplares de algunos sondeos de las profundidades había descubierto una materia gris y gelatinosa que muchos biólogos consideraron restos de alguna clase de protoplasma viviente. Ernst Haeckel, el gran zoólogo alemán y el naturalista inglés Thomas Huxley llamaron a aquella criatura "Bathybius". Se suponía que aquello cubría mucho, si no todo, el fondo del mar, proveyendo alimento para otros animales mejor organizados. En "Las Profundidades del Mar", Thomson describe aquella materia como **"capaz de ciertos movimientos y no hay duda de que manifiesta el fenómeno de una forma muy simple de vida"**. Añadió que **"la circunstancia que da especial interés al Bathybius es su enorme extensión. Sea que se extienda formando una basta sábana, o que se divida en determinadas partículas individuales, parece que se extiende por gran parte de los océanos."** El "Challenger" llevó, desde luego, muestras del Bathybius, pero Buchanan se mostró escéptico. Notó que, cuando el alcohol puro usado para conservar los

ejemplares recogidos se mezclaba con agua de mar, se precipitaba, formando un sedimento viscoso. Sus análisis probaron pronto que ello era lo que los biólogos suponían restos de protoplasma.

El Bathybius - observó Huxley más tarde - **“no ha llenado las promesas que ofrecía en su juventud”**. La expedición tenía mucho interés por la biología, pero no descuidó otros aspectos marítimos. Su reducido equipo de científicos, naturalistas en su mayoría, realizó muchas observaciones físicas, químicas y geológicas. Así, cuando se establecieron los datos recogidos por el “Challenger”, pudieron determinarse los contornos esenciales de las principales cuencas oceánicas. El lugar de máxima profundidad se encontró, cerca de las Islas Marianas, en el Pacífico septentrional. Esa región sigue conservando la plusmarca de la profundidad marina. Los datos del “Challenger” también señalaron la dirección de las principales corrientes marinas y las temperaturas de las diversas profundidades oceánicas. Los datos recolectados también dieron mucha luz sobre las frías temperaturas que prevalecen en el fondo de la mayoría de los océanos.¹⁰⁰ En realidad el trabajo del “Challenger” comenzó cuando el buque regresó a Spithead en 1876. Se habían preparado algunos informes preliminares durante el viaje, pero el grueso del trabajo analítico y de divulgación iba a generarse más tarde. Se estableció una “oficina Challenger” en Edimburgo. Wyville Thomson fue nombrado director de la Comisión Challenger y se le encargó la distribución de los datos y colecciones y la publicación de los resultados.

¹⁰⁰ Linklater, Eric, *The voyage of the Challenger*, Editorial George Rainbird Ltda., Londres, 1972.

Durante las siguientes dos décadas, hasta que el último volumen fue publicado y se clausuró la oficina Challenger, la capital escocesa fue el centro mundial de las investigaciones oceanográficas. Thomson y Murray pidieron a especialistas de diversos países que participasen en la publicación de las observaciones conseguidas por el “Challenger”. Así, los cincuenta volúmenes sobre la campaña abarcaban el trabajo y la colaboración de los más distinguidos naturalistas de la época. Cuando Thomson dejó de estar en condiciones de proseguir la tarea, Murray le substituyó y presidió las tareas de la Oficina hasta su feliz conclusión. Incluso pagó de su bolsillo parte de los gastos. En resumen, las observaciones del “Challenger” han quedado como la sólida base de la ciencia de la oceanografía. Tras el retorno del “Challenger” se realizaron dos pequeñas expediciones subsidiarias al canal de las Feroe, al norte de Escocia, fundándose en el sistema seguido en el “Lightning” y en el “Porcupine”. En aquellos cruceros, Thomson y otros advirtieron que la región de dicho canal estaba dividida en dos zonas de diversa temperatura: una relativamente fría, la otra un tanto más cálida.¹⁰¹

Al comparar aquellas primeras observaciones termométricas con las realizadas en las mismas regiones por el “Challenger” parecía probable la existencia de una cordillera submarina que se levantaba desde el piso oceánico. En el verano de 1880 John Murray dirigió la expedición del “Caballero Andante”, bajo la dirección de Thomson, para investigar aquel fenómeno.

¹⁰¹ Matkin, Joseph, *At sea with the Scientists*, Editorial P. Redbock, University of Hawaii, 1992

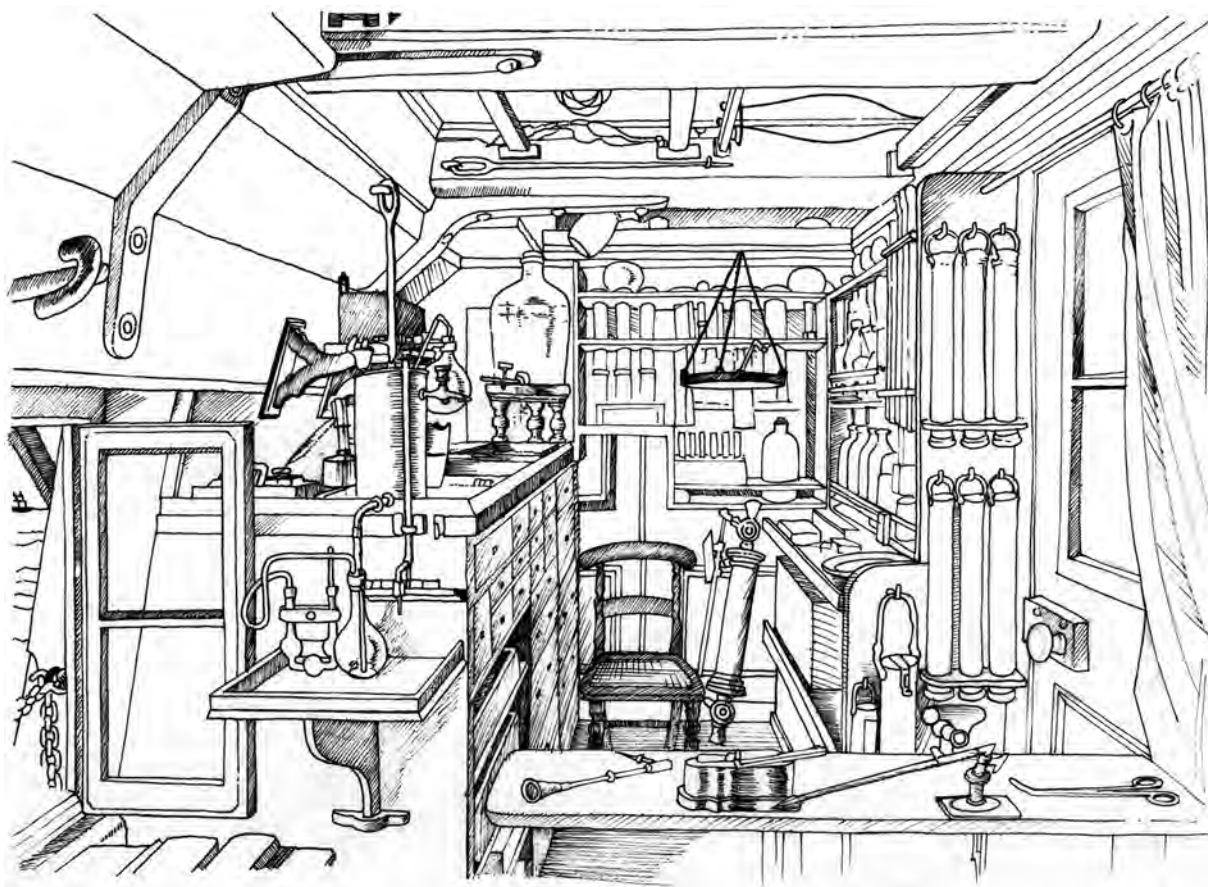


Figura 54. Laboratorio de análisis químicos a bordo del "Challenger".

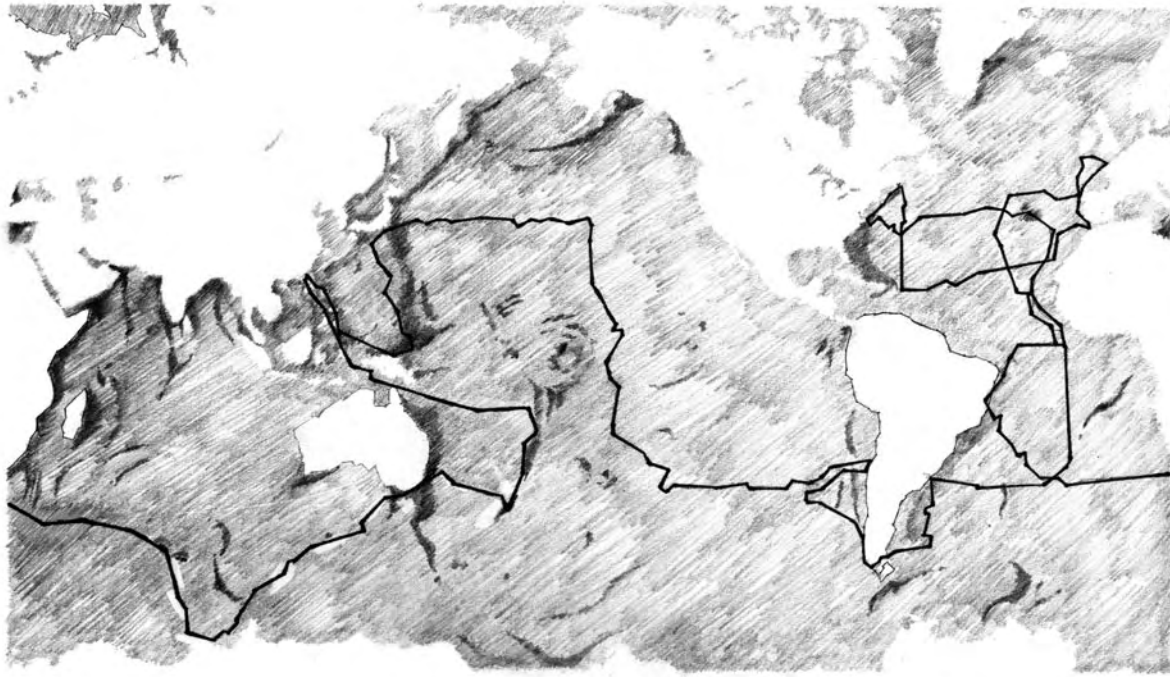


Figura 55. El viaje del "Challenger"

Realizó cuatro travesías por tal zona y averiguó la existencia de una cordillera que se extendía desde el noroeste de Escocia hasta el extremo sur del banco pesquero de las Feroe. Animado por aquel resultado, Murray dirigió una segunda expedición en el barco de guerra "Tritón", en el verano de 1882.

Encontró diferentes clases de animales marinos a entre ambos lados de la escarpadura, a la que se dio póstumamente el nombre de Thomson. Había animales árticos en la región norte y animales atlánticos en el sur.

La cordillera Wyville Thomson constituye una barrera infranqueable para los dos grupos de peces y organismos de profundidad, que no pueden soportar las cambiadas condiciones del agua, ni la presión, al elevarse lo bastante para sobrepasar las alturas de este relieve submarino.¹⁰²

¹⁰² Dirole Philippe, *The Undersea adventure*, Editorial J. Messen Inc., Nueva York, 1953.

4.6. LOS INICIOS DE LA EXPLORACION SISTEMATICA

El fin de siglo XIX fue una sucesión de grandes expediciones oceanográficas. En 1874 el barco alemán *Gazelle* y en 1886, el ruso *Vitiaz* bajo la dirección de Stepan Osipovich Markoroff, había diseñado en 1882 un instrumento para medir las corrientes que probó en el Bósforo y que denominó Fluctómetro, el cual tenía incorporada una campana que sonaba tanto más rápido como fuera la velocidad de la corriente. Entre el 1880 y 1883 se realizan las campañas de los barcos franceses *Travailleur* y *Talismán*, en 5000 mt. de profundidad comprobando que las bacterias son viables a pesar de los grandes cambios de presión. Por la misma época los barcos italianos *Vettor* y *Pisan* continuaron con la serie de expediciones globales y Angelo Secchi diseña el disco, para medir la transparencia del agua, que lleva su nombre. El éxito del "*Challenger*" motivó una gran cantidad de expediciones nacionales oceanográficas emprendidas por muchos otros países, en el curso del último cuarto del siglo XIX. Todas fueron importantes porque contribuyeron a complementar, en un sentido u otro, los descubrimientos fundamentales de las exploraciones británicas.¹⁰³

Como ha sido posible notar, el conocimiento del océano en su totalidad, es decir, el espacio tridimensional que lo conforma se había generado fundamentalmente por acciones individuales. Sin embargo, como la información que se estaba generando era de interés, los gobiernos también se fueron involucrando.

Una razón adicional, tiene que ver con lo costoso y lo complejo que estaba apareciendo la investigación oceánica, siendo solamente el apoyo estatal lo que permitiría continuar con estos trabajos. A pesar de ello, la acción individual, continuaba a pesar de los altos costos involucrados. En ese contexto, aparecen posteriores a la expedición del "*Challenger*" dos personajes que exploraron el mar por vocación pura. Sus contribuciones a la ciencia superaron a las de muchos de los científicos profesionales de entonces y a la de muchos países. Es así como entran a decorar el reducido número de los investigadores submarinos, personajes como Alexander Agassiz (1835- 1910), un acaudalado norteamericano, nacido en Suiza y que ejercía la carrera de Ingeniero en minas. Era hijo del reputado profesor naturalista Louis Agassiz, de Harvard reconocido mundialmente. El otro oceanógrafo de afición fue Su Alteza Serenísima el príncipe Alberto Honorato Carlos (1848-1922), soberano de Mónaco hasta su muerte.

Muy al contrario de su padre, que gozaba de fama de no ser un hombre práctico en cuestiones de dinero, el joven Agassiz se acreditó como un hábil hombre de negocios. Se preparó para ingeniero de minas y, desde muy pronto, él y su cuñado, Quincy Shaw, se encargaron de explotar las minas de cobre de Calumet y Hecla, en el Lago Superior. Bajo la dirección de Agassiz el negocio prosperó. Reunió una considerable fortuna personal y fue el presidente de la compañía durante toda su vida. Pero el máximo amor de Agassiz radicaba en la exploración del mar y de sus misterios. Su éxito financiero le dio medios para conseguir aquel propósito.

¹⁰³ Cowen, Robert, Op. Cit.



Figura 56. Alexander Agassiz (vestido con traje gris).

Agassiz, padre, había efectuado varias expediciones marinas de las que obtuvo importantes colecciones para el Museo de Zoología Comparativa, que fundó en Harvard y para el que se construyó un edificio. La destreza de ingeniero de Agassiz le capacitó para hacer un gran número de contribuciones al asunto puramente práctico de recoger colecciones y tomar datos en el mar. Por ejemplo, la sonda de alambre, que se había probado en el “Challenger”, no tardó en hacerse de uso general de una u otra forma. Pero el uso de las maromas para izar las rastras y otros pesados aparatos seguía siendo el gran problema de las investigaciones en mar profundo. Las maromas eran de manejo difícil y tendían a pudrirse. Agassiz reemplazó el cáñamo con cable de acero e ideó mecanismos para manejarlo.¹⁰⁴

De no tener otros méritos, siempre le habrán de recordar los oceanógrafos por su mérito al terminar con el viejo sistema de cables de cáñamo y tiras de goma. También mejoró algunos de los sistemas de sondeo entonces en uso. Ayudó a diseñar una rastra de doble fondo que podía trabajar en cualquier sentido en cuanto llegaba al límite máximo de las aguas. También inventó una red de arrastre que podía hacerse descender hasta la profundidad deseada. Luego se abría y entraba otra vez en operación hasta que se la halaba a la superficie. Ello ayudó a eliminar la incertidumbre acerca de la profundidad en que había sido captado el contenido de la red, incertidumbre que había inquietado a los biólogos del mar durante muchos años.

¹⁰⁴ Sir John Murray, *Alexander Agassiz: His life and Scientific work*, Editorial National Oceanic, Atmospheric Administration, NOAA, Boulder, Colorado.

Después de la muerte de su padre, en 1873, Agassiz se encargó de la dirección del museo de Harvard. Se dedicó con vivo interés a su servicio durante años y años y gastó millón y medio de dólares de su personal pecunio para efectos de mejoras y de diversos gastos de entretenimiento. Pero, antes que nada, siguió siendo un explorador oceanógrafo. Sus viajes entre 1877 y 1905 abarcaron todas las fases de la oceanografía. Entre otras cosas realizó intensos estudios de los sedimentos de las profundidades del Pacífico y de la topografía y vida marina del Mar Caribe, visitando en conjunto todos los arrecifes de coral, atolones e islas importantes. Dedicó los últimos treinta años de su vida a los problemas de los arrecifes y se convirtió en un técnico en la materia. Como resultado de sus exploraciones en las aguas de las Indias Occidentales, Agassiz advirtió que los animales de las profundidades de Caribe estaban más emparentados con los del golfo de Panamá que con los del Atlántico en alta mar.

De ello indujo que en otros tiempos, el mar Caribe debió estar en comunicación con el Pacífico, hasta que un fenómeno geológico produjo un levantamiento de tierras, dando nacimiento al istmo de Panamá.

Realizó también un minucioso estudio de la corriente del Golfo. Ello le capacitó para concretar la distribución del plancton. Estos organismos planctónicos son la primera fuente alimenticia del mar. Así, la abundancia de la vida marina en la superficie de las aguas depende, obviamente, de la abundancia de plancton. Agassiz probó que la presencia de animales marinos de aguas profundas que,

de un modo u otro, se alimentan de materiales que descienden a las profundidades, está directamente relacionada con la distribución del plancton de la superficie.¹⁰⁵

Sir John Murray resumió el aporte de Agassiz a la ciencia diciendo: **“Si podemos afirmar que conocemos ahora las condiciones físicas y biológicas de las grandes cuencas del océano en sus líneas generales - y creo que nos cabe hacerlo así- el presente estado de nuestros conocimientos se debe a los esfuerzos combinados y a las observaciones de hombres de muchas nacionalidades, pero más probablemente a las tareas e inspiración de Alexander Agassiz que a las de cualquier otro”.**

En 1882, inició labores el USS Albatross, primer barco diseñado para trabajo oceanográfico, construido gracias a la insistencia y habilidades para convencer al gobierno por parte del profesor Baird y con un sistema eléctrico diseñado por Thomas Alba Edison. Este barco, bajo la dirección de Alexander Agassiz y Charles Townsend, trabajó durante varias décadas, con sus equipos más modernos y mayor capacidad, las estaciones oceanográficas y dragados del fondo que podían realizarse más fácilmente. Tal como ocurrió con Agassiz, otro notable personaje aparece. Se trata de, Alberto, príncipe de Mónaco heredero de los Grimaldi, que teniendo una preparación muy distinta a la de Agassiz, compartía la pasión de este último por explorar los mares y, como él, disponía de medios amplios e independientes para desarrollar su vocación. En su juventud había servido como oficial en la armada española.

¹⁰⁵ Moreno, Alberto, *Alexander Agassiz*, Editorial Appleton Encyclopedia, 2001.

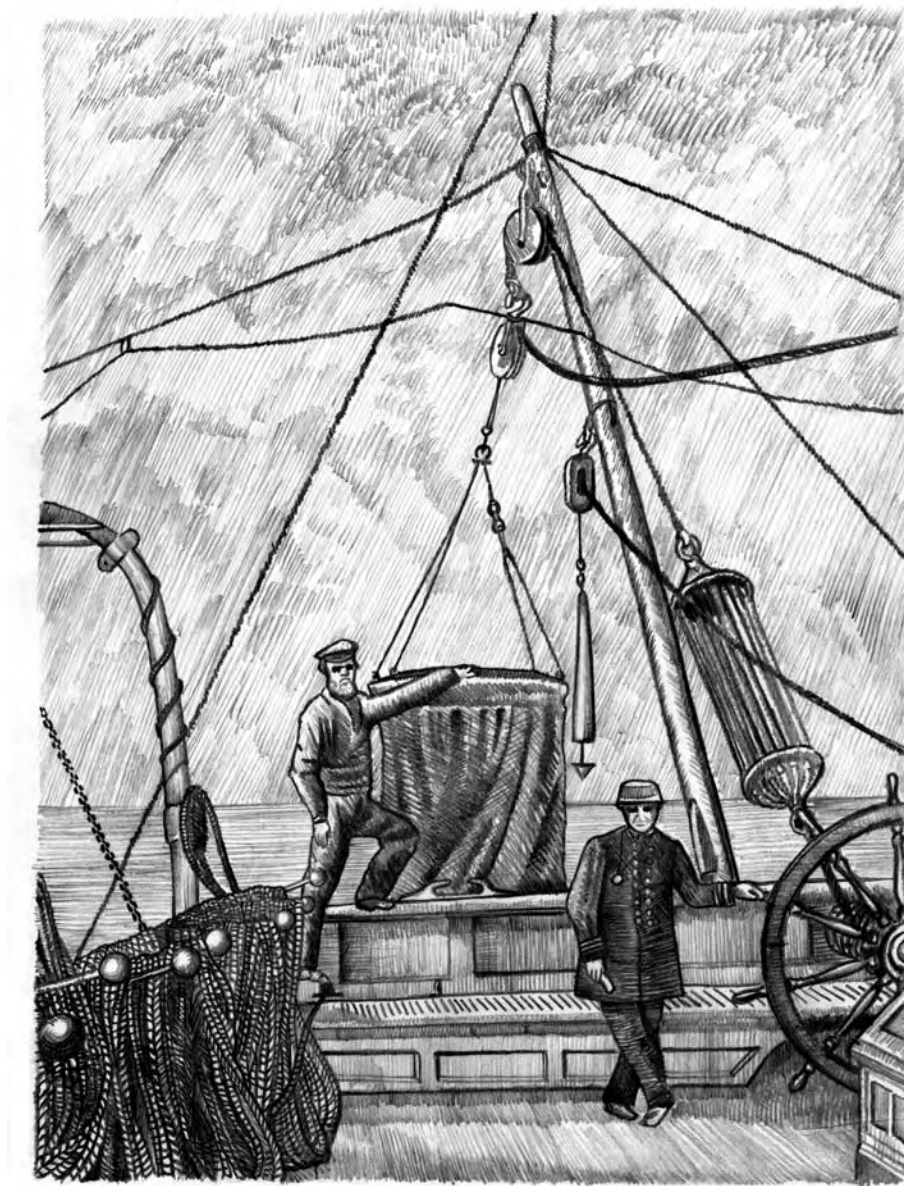


Figura 57. Lanzamiento de la rastra.

Era un excelente navegante y perfectamente apto para mandar su propio buque. Esto era una doble rareza entre los oceanógrafos, porque poseía sus propios buques de investigación y los mandaba como capitán y jefe científico. Es una impresionante coincidencia la que uno de los modernos sucesores del príncipe Alberto en el dominio oceanográfico fue otro marino, el capitán Jacques-Yves Cousteau, que fuera director del Museo Oceanográfico Naval de Mónaco. Cousteau fue también un oficial de marina convertido en oceanógrafo.

El príncipe Alberto llevó adelante sus empresas en diversos yates. Empezó con la balandra de doscientas toneladas "Golondrina" y terminó adquiriendo en 1898 el vapor, de 1.320 toneladas y 75 metros de eslora, "Princesa Alicia II". Todos sus buques, a partir del primero iban plenamente equipados para la investigación en aguas profundas y cada uno era mayor que el anterior. Los compañeros del príncipe en sus cruceros eran sabios como el barón Jules de Guerne, antiguo presidente de la Sociedad Zoológica de Francia; el doctor Jules Renard, más tarde director del Museo Alberto, de Mónaco; J.Y. Buchanan, que había navegado en el "Challenger"; y el explorador británico del Antártico, doctor W. S. Bruce. Como Agassiz, el príncipe Alberto tenía un conocimiento de la ingeniería técnica que le capacitó para mejorar los aparatos y técnica de la investigación oceánica. Entre sus invenciones figura la de grandes trampas con cebo, nuevos tipos de redes y rastras para diversas profundidades y un sistema de luces eléctricas submarinas para atraer peces y otros animales. Su más famosa innovación consistió en el uso masivo de flotadores a la deriva para trazar el curso de las corrientes del Atlántico; y ello comenzó hacia 1885.

Al principio usaba botellas o bloques de madera, pero más tarde los sustituyó por flotadores de cobre, que se movían bajo la superficie, para substraerlos a la influencia de los vientos. Cada flotador contenía instrucciones, redactadas en nueve idiomas, pidiendo al que lo encontrase que hiciera el servicio de remitirlo a Mónaco.



Figura 58. El Príncipe Alberto de Mónaco.

En conjunto, lanzó al mar dos mil flotadores. Le fueron devueltos los suficientes para proporcionarle una idea que le permitió redactar una amplia carta que trazaba las direcciones de las corrientes del Atlántico en la superficie. Se convirtió en la máxima autoridad en la materia y, después de la primera guerra mundial, pudo dar a los navegantes importantes avisos sobre los parajes en que verosímilmente podían encontrarse minas a la deriva. El príncipe acometió todos los aspectos de la investigación oceanográfica. En el curso de los años aportó muchos valiosos informes sobre las condiciones de las aguas y fondo de mares Atlántico y Mediterráneo, pero sus más sensacionales datos corresponden al calamar gigante.

Este animal es ciertamente el rey de los invertebrados y único capaz de luchar con el cachalote, a pesar de que éste lo tiene por su alimento habitual. El cachalote, que mide unos veinte metros de longitud por término medio, devora regularmente estos grandes calamares y, por ello, para encontrar uno no hay lugar mejor que el estómago de un cachalote. Puede imaginarse el asombro del príncipe cuando descubrió los restos de semejante animal en 1895. Él y Buchanan habían estado tomando datos oceanográficos a la altura de las Azores cuando una tripulación ballenera de indígenas mató un cachalote. El animal se lanzó contra el yate monegasco y expiró cuando pasaba bajo su quilla. Al salir a flote junto a la otra borda, expelió los restos de su última comida. Resultaron ser fragmentos de un calamar gigante, en bastantes buenas condiciones para que el estudio zoológico probara la existencia de un monstruo desconocido con habitáculo en aguas profundas.

El príncipe regresó a su país y habilitó su buque con equipos para la caza de la ballena. Los calamares gigantes eran demasiado grandes y rápidos para ser capturados con red, pero sí podía capturarse el cetáceo que se alimentaba de ellos. El príncipe contrató los servicios de un especialista escocés llamado Wedderbuns, y entre los dos organizaron varias fructíferas empresas balleneras. En una pequeña caleta ubicada en las cercanías del puerto de Mónaco, se habilitó una base de descuartizamiento de ballenas, donde se preparaban ejemplares para el Museo, y de este modo el príncipe aprendió mucho sobre la estructura de los cetáceos y los calamares gigantes. Aunque la existencia del último de tales animales se conocía hacia siglos, se sabía relativamente poco de ellos, en el orden de la historia natural. No existen otros vestigios suyos que llevados a tierra por las olas o hallados en el organismo de los cachalotes. Sin embargo, esas gigantescas bestias pueden haber sido halladas en el mar sin que se las reconociera. Uno de sus tentáculos puede haber emergido a la superficie, dando origen a la leyenda de las serpientes de mar. Acaso también los cetáceos hayan sacado a la superficie uno de esos animales antes de devorarlos originando así las historias, corrientes entre marineros, de las luchas entre ballenas y enormes pulpos. Se habían encontrado cachalotes con heridas y lesiones causadas al parecer por los grandes tentáculos y ventosas de los calamares gigantes, lo que indicaba una violenta lucha. El príncipe capturó un ejemplar de cetáceo con huellas de ventosas en torno a las fauces, mostrando que la presa había resistido hasta el fin.

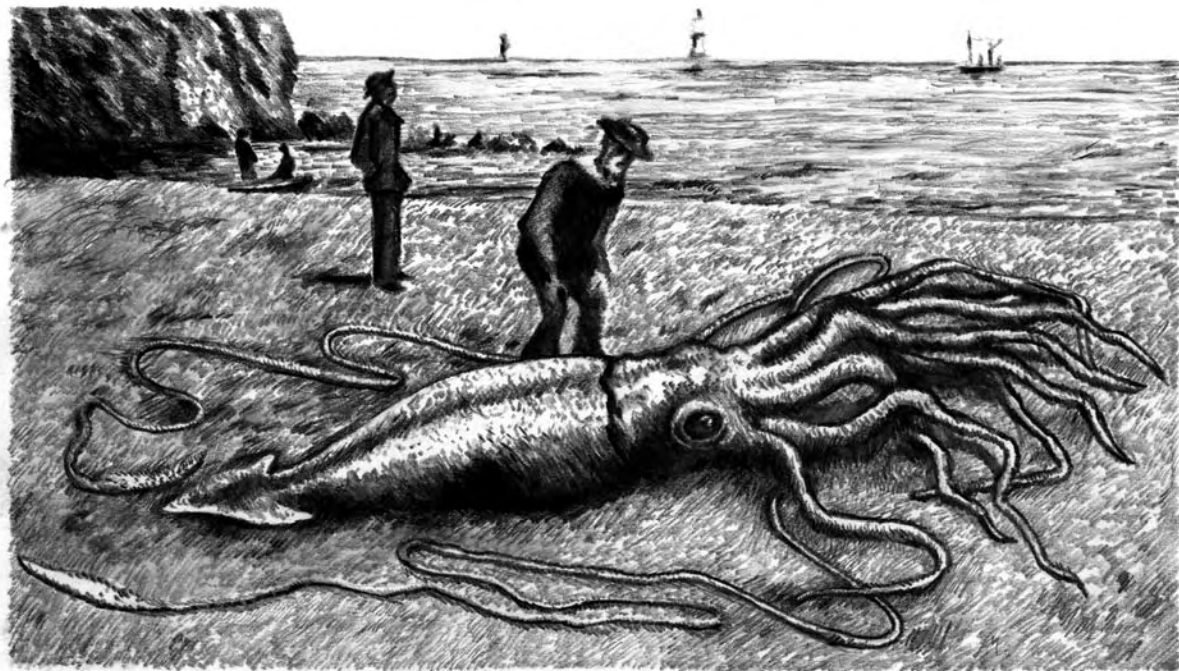


Figura 59. El calamar gigante.

Antes de morir, el príncipe dio a la oceanografía un duradero legado al dotar dos instituciones: El Instituto de Estudios Marinos en la Sorbona de París y el famoso Museo de Mónaco. El instituto de París inició un ciclo de conferencias en 1903. Tres años más tarde el príncipe Alberto cedió a la universidad un edificio para dedicarlo a la enseñanza de la oceanografía y dotó tres cátedras, una de oceanografía física, otra de oceanografía biológica y otra sobre la fisiología de la vida marina. Cuatro años más tarde, en 1910, legó también el Museo Oceanográfico. Existe la leyenda de que Hércules llegó una vez a la antigua rada que se abre entre las rocas de Mónaco y el presente emplazamiento de Montecarlo. Esa rada se denomina todavía Puerto de Hércules. Parece que, asombrado de la belleza de aquel lugar, Hércules expulsó a los salvajes indígenas, se posesionó de las rocas y dedicó aquel paraje al desarrollo de la cultura, dándole su propio nombre de Monoechos. Sobre ese promontorio el príncipe construyó su museo. Es un edificio imponente, construido en el arrecife, sobre el lado que mira al mar, sobre un acantilado casi a pico. Ese ha sido una moderna realización del legendario propósito de Hércules.¹⁰⁶

En los albores del siglo XX, la oceanografía estaba ya establecida como ciencia, aunque de lento desarrollo. Muchos países tenían, por lo menos, un pequeño grupo de investigadores interesados en el mar y numerosos gobiernos, universidades e instituciones privadas, empezaban a brotar en diversos lugares.

¹⁰⁶ Dole, Phillippe, Op. Cit.



Figura 60. El museo oceanográfico de Mónaco.

4.7. LOS INICIOS EN CHILE

También en otras latitudes se progresaba. En Chile, las primeras actividades orientadas a tener conocimiento de su mar, efectuadas en forma institucional las inicia la Armada Nacional al crear el 1 de Mayo del año 1874, la denominada “Oficina Hidrográfica”, destinada a la producción de la cartografía náutica y a publicaciones periódicas orientadas a dar seguridad a la navegación. Su primer Director, fue el Capitán graduado de fragata don Francisco Vidal Gormáz, a quien se le encargó además la elaboración del “Derrotero de la Costa de Chile” y del “Anuario Hidrográfico de la Marina”. En 1875 se publica el “Reconocimiento del Río Maullín por la Comisión Exploradora de Chiloé y Llanquihue”, del Capitán Vidal Gormáz que es la primera carta náutica nacional.¹⁰⁷

¹⁰⁷ Servicio hidrográfico de la Armada Chilena, *10 años de oceanografía institucional a bordo del Agor Vidal Gormaz.*, Valparaíso, 2003



Figura 61. El Capitán de la Armada de Chile.
Francisco Vidal Gormáz.

La creación de la “Oficina Hidrográfica” es contemporánea con la campaña oceanográfica del buque “Challenger”, que en su paso por esta parte del mundo, efectúa numerosas observaciones de la columna de agua, sus profundidades y la flora y fauna marinas. Sus resultados fueron en algunos casos de avanzada al iniciar, por ejemplo, las observaciones relacionadas con la ocurrencia de los denominados Nódulos de Manganeso, temática que tiene en la actualidad gran relevancia en la generación de las bases legales para la explotación de los recursos minerales presentes en los fondos marinos. Es así como es posible leer en los informes del “Challenger”, algunos días antes de llegar a fondear en el puerto de Valparaíso.

“(…) El 14 de Octubre hubo una pesca de 1500 dientes de tiburón, cuarenta y dos tímpanos de cetáceos y setenta litros de nódulos de manganeso que parecían canicas; el día 16 de octubre, 340 dientes de tiburón, cuarenta litros de nódulos y 132 fragmentos de oído interno o medio de varios cetáceos; y el día 11 de noviembre un nódulo de manganeso tan grande como un huevo de gallina. ¿Son los nódulos de origen cósmico?, ¿habían penetrado en el mar en forma de partículas incandescentes despedidas por meteoritos en su paso a través de la atmósfera?

Los argumentos a favor y en contra son demasiado complejos y demasiado extensos para hacer un resumen sencillo y debemos abandonar los extraños restos del piso oceánico, polvo cósmico sobre una necrópolis de tiburones, en el momento en que a proa se yerguen los altos acantilados de Juan Fernández (...)”¹⁰⁸

Es fácil comprender que los conocimientos de los fondos marinos en esta parte del mundo eran muy deficientes. En la “Oficina Hidrográfica” chilena los conocimientos técnicos eran muy preliminares y lo poco que se sabía, provenían de trabajos generales realizados en otras latitudes. Es notable, entonces, que a pesar de lo desconocido que resultaba el territorio sumergido, materia que por lo demás estaba muy lejana de la mente de las autoridades nacionales, se desarrollaran las primeras iniciativas por parte del Gobierno de Chile. Sin embargo, la Guerra del Pacífico, conflicto en el cual se enfrentaron Chile, Perú y Bolivia y que se extiende hasta 1883, interrumpe las labores hidrográficas, las que fueron reanudadas una vez finalizado el conflicto.

¹⁰⁸ Linklater, Eric, Op. Cit. pp. 235

Los anuarios hidrográficos de la época, publicados por la Armada encierran algunas de estas reflexiones. **“La idea, generalmente admitida, de que el fondo del mar es poco más o menos igual a la altura de las tierras vecinas i que su configuración es con corta diferencia semejante a las sinuosidades de los valles i montañas de los continentes que baña, ha sido modificada casi por completo con los estudios batimétricos efectuados por los buques “Challenger”, de la marina inglesa, “Gacelle”, de la alemana “Tuscarora” y “Gettysburg”, de los Estados Unidos, que se han ocupado de esta clase de trabajos.”**¹⁰⁹ En ese marco del conocimiento de la oceanografía que la recién creada “Oficina Hidrográfica” Chilena, inicia los primeros trabajos destinados a conocer la topografía submarina en este sector del Pacífico. Para poder llevar adelante esas iniciativas se planificaron varias campañas. De entre ellas es de interés dar a conocer una en particular y que se destinó a comprobar la existencia de un cordón submarino entre las islas desventuradas.

“(…)Conforme a las instrucciones impartidas por el Departamento de V Sede acuerdo con esta oficina, el 29 de septiembre del corriente año me trasladé a Valparaíso para embarcarme en el crucero “Presidente Pinto”, buque que había sido designado para hacer un estudio de las Islas Desventuradas, más comúnmente conocidas como San Félix y San Ambrosio. Aprovechando este viaje se unió al que suscribe la comisión de profesores que llevaba la misión de estudiar la flora y fauna, reduciéndose la mía a efectuar algunos sondajes que dieran más datos sobre el nivel de fondo entre aquellas islas

¹⁰⁹ Anuario Hidrográfico de la marina de Chile, Tomo 22, 1900, pp. 389

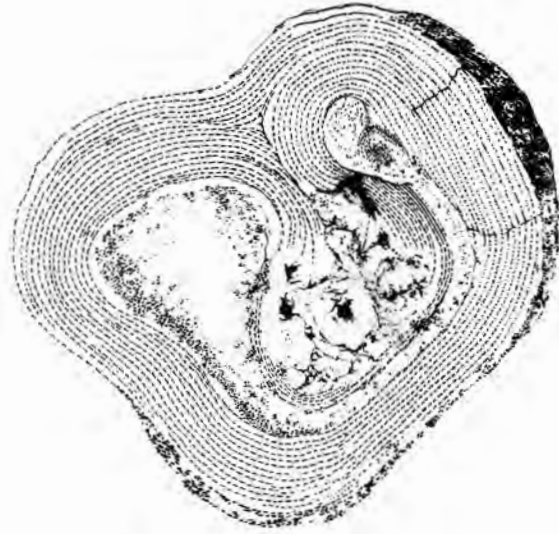


Figura 62. Sección transversal de un nódulo de manganeso formado alrededor del hueso auditivo de un cetáceo dragado a 2.600 brazas por el “Challenger”

y las de Juan Fernández, único estudio hidrográfico que pudiera hacerse, después del concienzudo y completo levantamiento que hiciera de aquellas islas en 1874 el Capitán de Fragata señor Ramón Vidal G.” “En efecto, el 30 de ese mes, después de completar el combustible del “Pinto” y dotarlo de los cronómetros necesarios para rectificar las coordenadas en caso que lo permitiera el tiempo que debía permanecer el buque en el desempeño de su comisión zarpamos de Valparaíso a las 4:30 PM de ese día(…)”

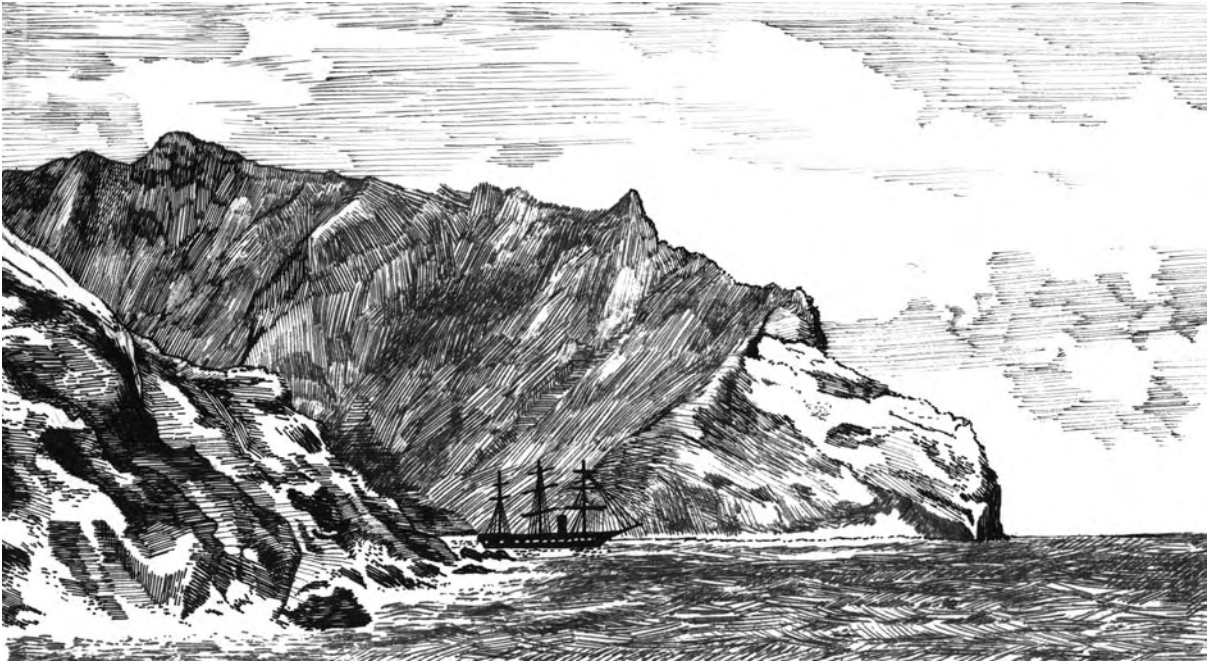


Figura 63. El "*Challenger*" en la isla de Juan Fernández.

“(…)Aunque los sondajes practicados por el Presidente Pinto solo pueden considerarse como preliminares es indudable que un estudio más detallado nos llevaría al convencimiento de que dicho cordón forma parte de una cadena submarina más o menos paralela a los Andes, faltando solo averiguar el ancho y la dirección que ella tiene. No obstante la comprobación de un hecho que antes de ahora era desconocido, da bastante luz para desterrar la antigua creencia de que el nivel del mar entre dos puntos separados por unas cuantas millas era en general ligeramente alterado, de modo que un observador colocado sobre él lo vería completamente plano.”

“(…)Por demás interesante para la ciencia sería hacer nuevos sondajes para determinar con toda exactitud el ancho y la dirección que sigue este cordón, porque no es posible que desaparezca tan repentinamente, a no ser que en la referida latitud se deprima tanto para formar allí un boquete, a semejanza de lo que se observa en la cordillera de los Andes ,o bien para formar en esa región un valle ,cuya profundidad no nos ha sido posible medir por falta de elementos adecuados(…)”¹¹⁰

En la parte final de esta comunicación, el Director de la Oficina Hidrográfica de la época Capitán Federico Chaigneau expresa:

“Es muy sensible, Señor Ministro, que los buques que se destinan a esta clase de estudios no vayan dotados de los aparatos apropiados para

conseguir todo el provecho que sería desear en la realización de esta clase de viajes, los cuales vienen a probar el ancho campo de estudios que la marina nacional podría realizar, si ellos se repitieran con todos los elementos del caso (...)” “(…) la este respecto, séame permitido insinuar a U.S. la conveniencia de adquirir algunos escandallos adecuados para esta clase de trabajos, que tienen gran interés en la oceanografía de nuestro litoral, hasta hoy poco conocido en este ramo de las ciencias físicas y tan íntimamente ligado con las industrias de pesquería que vemos florecer en otros países menos favorecidos que el nuestro por su naturaleza marítima. No debemos olvidar que al abrigo de esas industrias se atraen poblaciones a la costa, que pueden en lo futuro ser grandes auxiliares para nuestra marina nacional, a la vez que se da vida a mucha gente que se ocuparía de ellas (...)”¹¹¹

Durante esos años se efectuaron otras expediciones tanto nacionales como de otros países que tenían interés por el conocimiento de esta parte del mundo. Sus resultados fueron escritos en volúmenes, muchos de los cuales se transformaron luego en pequeñas obras maestras en cuanto a ediciones, con dibujos en colores que son verdaderas obras de arte.

¹¹⁰ Ibidem, pp. 396-398.

¹¹¹ Idem.

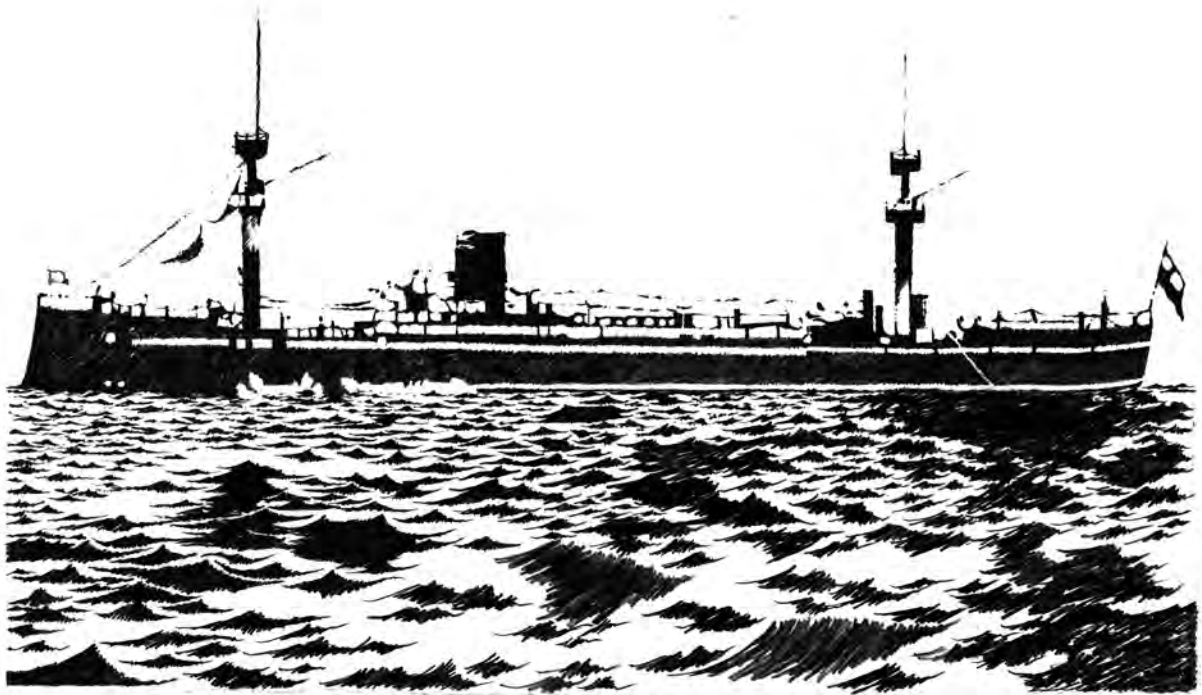


Figura 64. Crucero Presidente Pinto.

QUINTA PARTE

QUINTA PARTE

HACIA LAS MAYORES PROFUNDIDADES

Durante la primera guerra Mundial se miran las profundidades oceánicas desde otra perspectiva. En efecto, se considera el empleo en forma masiva por parte de las potencias en conflicto un novedoso sistema de armas: el arma submarina.

A pesar de que el comienzo del submarino convencional viene desde muy antiguo en la historia, Robert Fulton (1765-1815) diseñó un submarino que ofreció varias veces tanto al gobierno francés como al inglés, pero nunca logró ser aceptado.

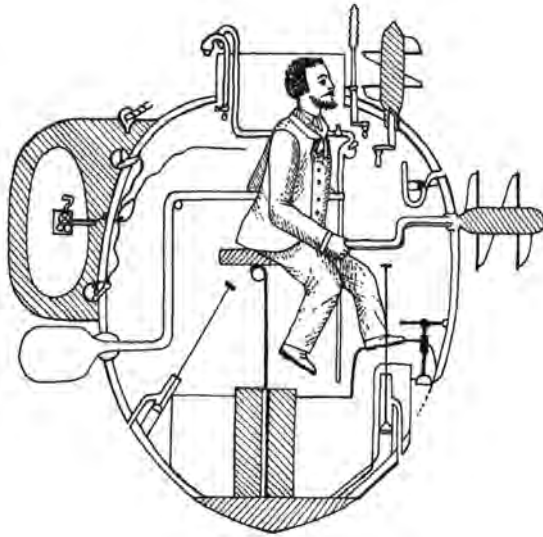


Figura 65. La "tortuga" de Bushnell de 1777.

Los almirantes británicos se hallaban horrorizados por cualquier invento que pudiera destruir los medios de superficie para la guerra naval. Durante la Guerra Civil fue utilizado un submarino por la Armada Confederada, en un intento por romper el bloqueo del Norte. Tuvo éxito, ya que destruyó un barco de la Unión, pero su historia fue desdichada porque sus tripulantes se ahogaron en el intento.¹¹²

A John Holland (1841-1914) se le ocurrió la idea de utilizar el lastre de agua como un medio para sumergirse e inventó las aletas horizontales para controlar el ángulo de inmersión. En el primer submarino que construyó para la Armada, se vio impedido, por la insistencia oficial en que la embarcación fuese propulsada por vapor cuando se encontrara en la superficie. Dicha consideración fue desechada por Holland ya que la tripulación tendría que extinguir el fuego de la caldera y esperar que esta se enfriara, o bien sumergirse y asarse con el calor. Finalmente, Holland entregó un barco funcional a la Armada. Su empresa "Electric Boat Company" continúa hasta nuestros días haciendo submarinos. Contemporáneo de Holland, Simon Lake (1866-1954), realizó importantes avances en lo referente a la fabricación de submarinos, pero su intención era diferente y los quería producir para usos pacíficos; alcanzó a construir uno que permitía que los buzos salieran desde su interior, mientras se encontraba sumergido en el agua y

¹¹² Cde. E. Beach, *Submarine*, Editorial Press de la Cite, París, 1952.

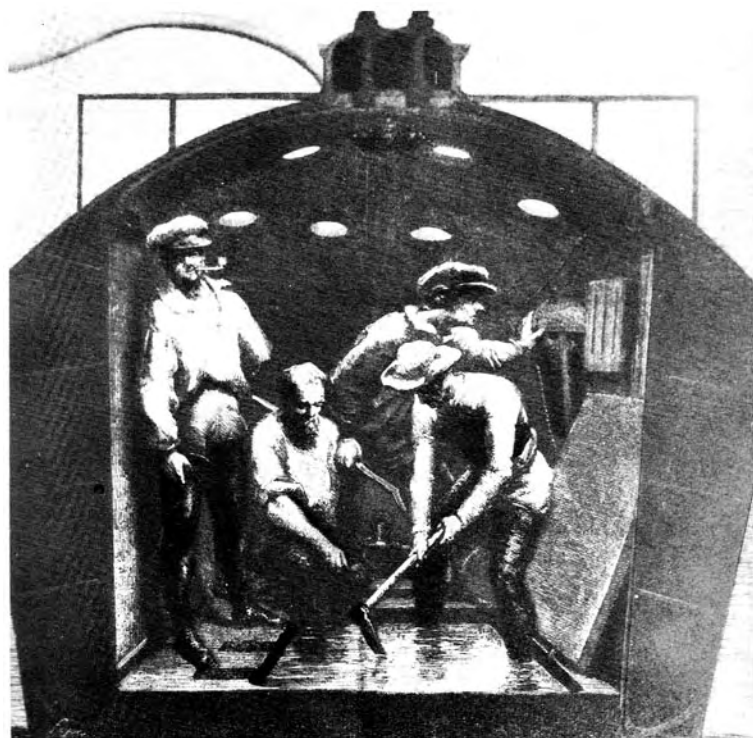
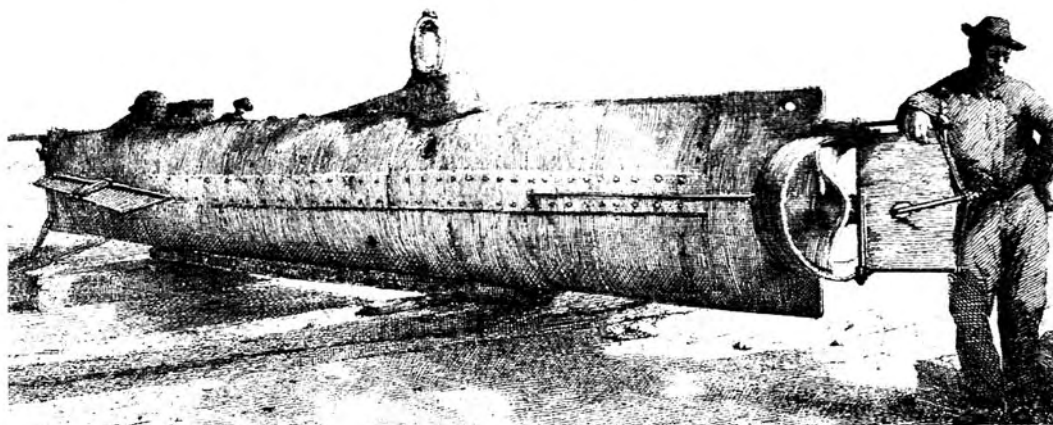


Figura 66. Submarino a motor humano utilizado en la guerra de Secesión de los Estados Unidos.

se utilizó brevemente en salvamentos comerciales. En general, un submarino convencional está limitado en su capacidad para explorar o para usar el espacio bajo el agua. No puede descender a grandes profundidades, de hecho los comandantes de los submarinos evitan el fondo, que está lleno de riesgos, como afloramientos rocosos o cieno movedizo. La tripulación no tiene casi ningún contacto con el agua que la rodea, pues no hay troneras de observación en unidades de ese tipo. Aunque los submarinos llevan instrumentos que les permiten detectar las actividades exteriores, su principal finalidad es la de combatir al eventual enemigo y evitar que estos los descubran, mas que explorar o trabajar en el fondo marino.¹¹³

La búsqueda de la mayor profundidad oceánica continuaba. El Challenger había reportado su mayor profundidad en Las Marianas, pero durante la primera guerra Mundial el barco alemán Emdem localizó una fosa muy profunda en las cercanías de Mindanao, Filipinas, que permaneció como la máxima profundidad conocida hasta ese momento.

Después de la Primera Guerra Mundial una innovación valiosa cambia el estilo de las expediciones hidrográficas, al realizar el buque alemán Meteor, los primeros levantamientos batimétricos utilizando ecosonda, instrumento eléctrico que se había usado por primera vez en el Mar del Norte por el científico alemán Alexander Behm. La historia de la campaña del Meteor es ejemplarizadora de la multitud de intereses y motivaciones que han desarrollado las ciencias del mar. En 1921, la comisión de reparaciones de los Aliados exigió de la derrotada

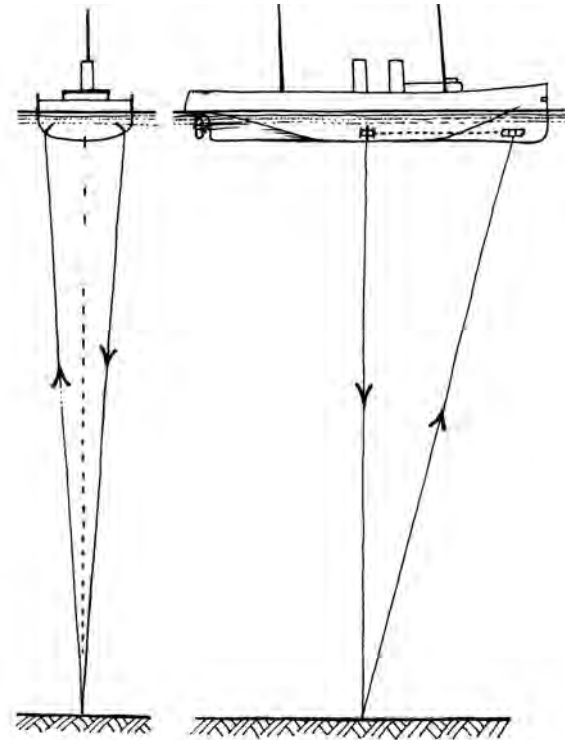


Figura 68. Primer sondeo utilizando ecosonda por el buque alemán "Meteor".

Alemania, el pago de 132 mil millones de marcos, pagaderos sólo en oro, (50.000 toneladas de este metal). Alemania depositó sus esperanzas en su más brillante químico: Firtz Haber; después de todo, su método de sintetizar amonio del nitrógeno atmosférico, había permitido a Alemania pelear en igualdad de condiciones, al poder producir explosivos a pesar del bloqueo aliado, que no permitía la obtención de Nitrato desde Chile. Así, el objetivo fundamental de la campaña del Meteor era ver la posibilidad de extraer oro del agua marina.

113 Antier, Jean-Jacques, Op. Cit.

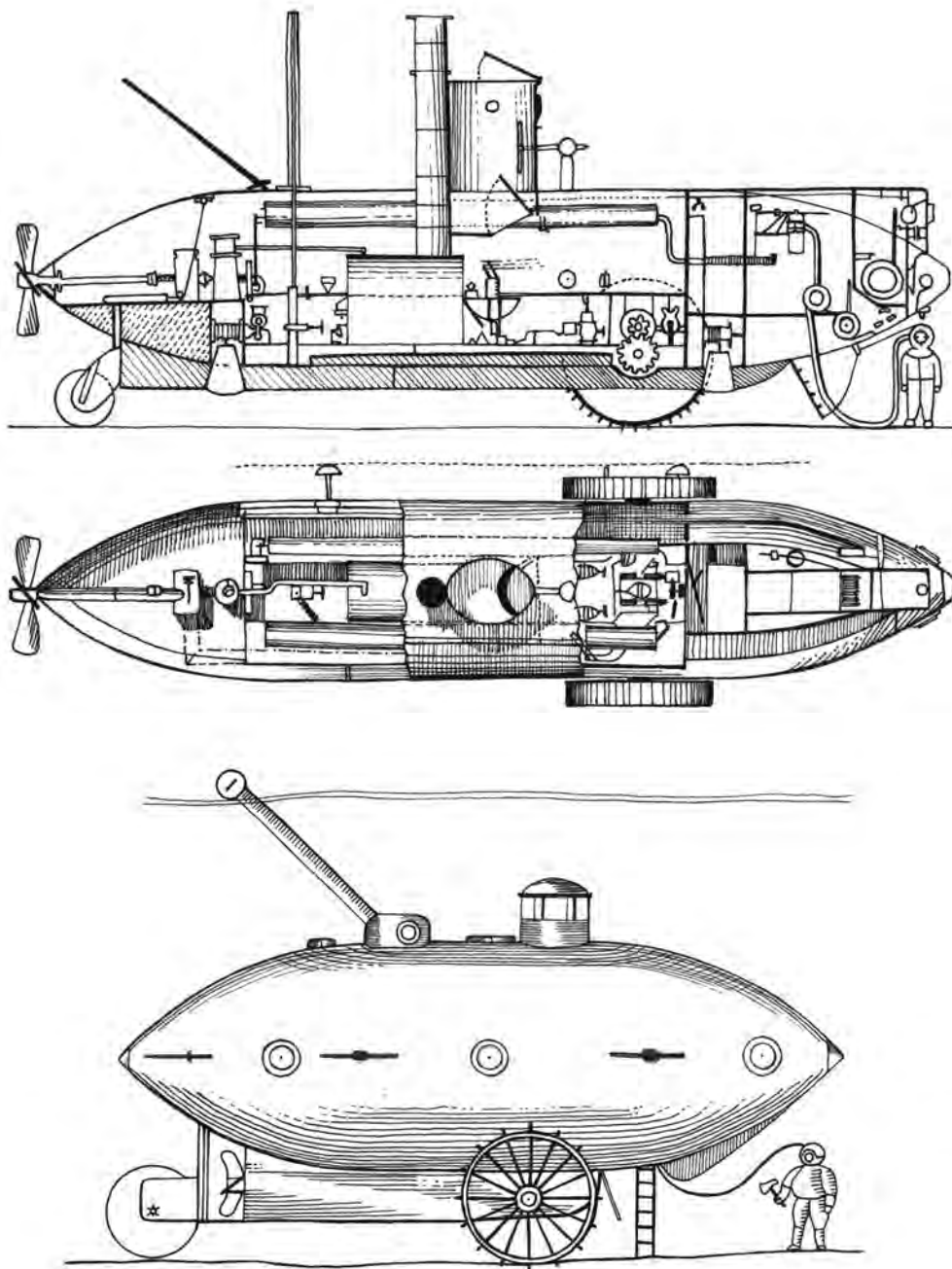


Figura 67 a y b: El submarino de John Holland.

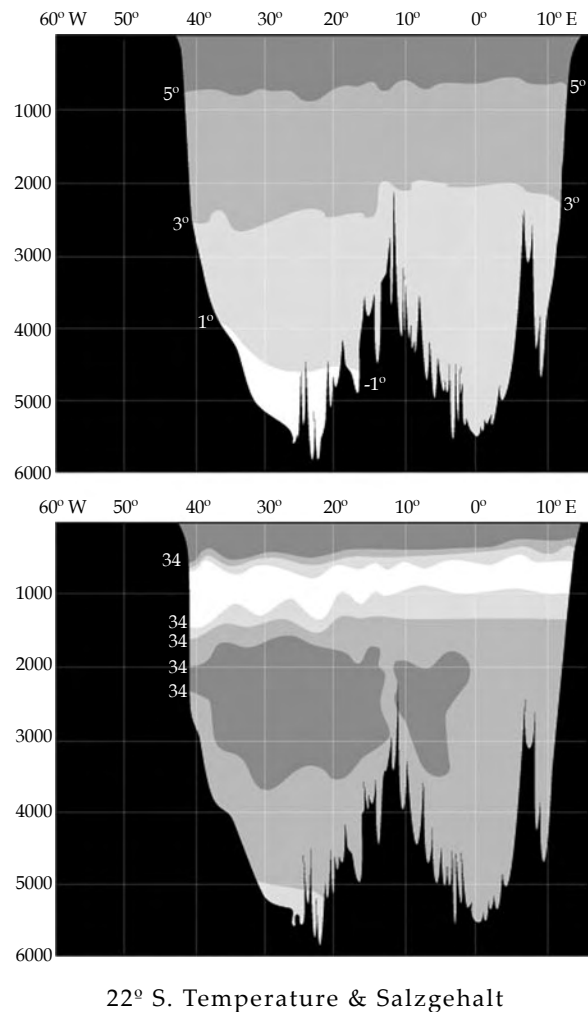
No se obtuvo oro del agua, pero el Meteor volvió a poner la bandera alemana en los puertos del mundo e inició un rápido avance en instrumental oceanográfico.¹¹⁴

En esa época se comenzó a hacer énfasis en la posibilidad de descender a grandes profundidades, pero los medios de observación submarina no eran suficientes ni adecuados para realizar ese desafío. Los hombres de ciencia estaban más que convencidos de que no se podía progresar lo suficiente si no se disponían de un medio que permitiera al hombre descender personalmente a las grandes profundidades y ver con sus propios ojos el fondo del mar y la naturaleza de su fauna.

5.1. LA OBSERVACION DIRECTA DEL FONDO MARINO

En 1905, compartiendo estas inquietudes, un joven estudiante de la Escuela Politécnica Federal de Zurich, al tomar conocimiento del informe presentado por la expedición oceanográfica del buque "Valdivia", tuvo la idea de concebir un artefacto que pudiera descender a grandes profundidades oceánicas. Su sueño de juventud se hizo realidad, al alcanzar el 22 de Enero del año 1960, la profundidad de 11.521 metros. Este estudiante era Auguste Piccard nacido en Basilea en 1884. Después de haber cursado estudios superiores en la universidad de su ciudad natal, obtuvo el título de ingeniero mecánico de la Escuela Politécnica Federal de Zurich. Era un científico en extremo multifacético, que además coronaba

¹¹⁴ Andersen N., *Chemistry of the ocean*, Editorial Nelson, Londres, N°98,1970.



22° S. Temperature & Salzgehalt

Figura 69. Distribución de la temperatura y salinidad en el océano Atlántico realizadas por el buque "Meteor"

con singular éxito sus iniciativas. Ya, en 1917 había descrito un cuerpo que denominó “actinurano”, que después aislado se conoció como uranio 235; fabricó sismógrafos, y un péndulo de 20 toneladas, instalado en Estrasburgo y que a poco de entrar en servicio, registró un temblor en América del sur, cuyo epicentro estaba a más de 12 000 kilómetros. Sus mediciones de la velocidad de la luz se constituyeron en las primeras confirmaciones experimentales de la teoría de la relatividad formulada por Einstein. En la lista de instrumentos que diseñó, figuran, calorímetros, balanzas de precisión, medidores de corriente eléctrica de alta intensidad. Para estudiar la atmósfera, particularmente los rayos cósmicos, se hizo piloto aeronáutico efectuando un sinnúmero de ascensiones en globos aerostáticos, entre ellas la realizada en 1932, que duró diecisiete horas, batiendo el récord mundial de altura en globo en esa época, alcanzando los 16.490 metros.¹¹⁵

Mientras en Europa, Piccard se encontraba trabajando en el diseño de un submarino de investigaciones, en los Estados Unidos de Norteamérica, ocurre un hecho notable. En el mes de Junio de 1930, por primera vez el ser humano desciende profundamente en el mundo de la eterna oscuridad y retorna a la superficie sano y salvo. En efecto, en las cercanías de la isla de Bermudas dos hombres, Charles William Beebe y Otis Barton descienden a una profundidad cercana a los quinientos metros. Su aventura, similar a la mítica de Alejandro el Magno, se lleva a cabo en un artefacto esta vez de acero, que colgaba desde la superficie de un precario cable metálico.

¹¹⁵ Picard, Auguste, *Earth, Sky and Sea*, Editorial Oxford Press, 1956.



Figura 70. El profesor Jacques Piccard en el Batiscafo Trieste.

William Beebe fue una mezcla fascinante de científico, poeta y explorador. Nace en Brooklyn, Nueva York en 1877. Antes de completar sus estudios en la Universidad de Columbia en 1899, se emplea como asistente en el Jardín Zoológico de Nueva York. Es enviado por el zoológico a estudiar pájaros exóticos en México, Trinidad y Venezuela. En la década de los veinte comienza a interesarse en el buceo y publica sus experiencias, las cuales son conocidas por Otis Barton el cual compartía las ansias de Beebe por el buceo. Barton era un rico heredero que durante su vida se dedicó a perseguir criaturas fantásticas, como fósiles prehistóricos, animales raros y los que denominaba “titanes de las profundidades” como tiburones, pulpos y calamares gigantes.

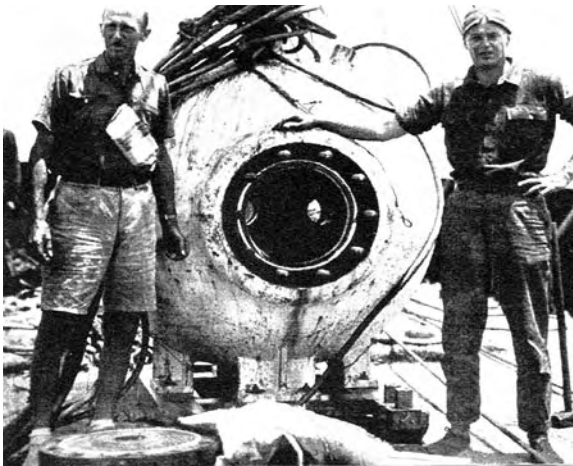


Figura 71. William Beebe y Otis Barton con la "Batisfera"

Era de una rara personalidad misteriosa y reservada. En 1928 ambos se reúnen por primera vez, ocasión en la que comienza con Beebe el diseño de un artefacto para sumergirse a mayores profundidades y cuya construcción estaba dispuesto a pagar de sus propios ahorros; esto efectivamente ocurre.¹¹⁶

En 1930, convencidos que la forma esférica era la más apropiada para resistir las formidables presiones abisales, construyen un artefacto destinado a la exploración de los grandes fondos y que bautizan como Batisfera. Este particular artificio, consistía en una esfera de una sola pieza de fundición, de un diámetro exterior de 1,45 metros y de un peso de 2.250 kilos, un diseño anterior que pesaba cinco toneladas, lo cual resultó demasiado pesado para las máquinas y tornos de los cuales se disponía, fue desechado.

¹¹⁶ Ballard, Robert, *The Eternal Darkness*, Princeton University Press, Nueva Jersey, 2000.

El modelo finalmente construido tenía paredes de acero de un espesor de 3 centímetros. Disponía de una puerta de un peso de 200 kilos. En el centro de la puerta había una pequeña mirilla. La batisfera disponía de tres ventanas consistentes en cilindros de cuarzo fundido, de 7,5 centímetros de espesor y casi 20 centímetros de diámetro. El artefacto estaba sostenido por un cable de acero de 2 centímetros de diámetro y de una resistencia de 29 toneladas que se enrollaba en un tambor de 7 toneladas, colocado a bordo del buque nodriza "Ready". Le penetraba un cable eléctrico de 3 centímetros. Por su interior iban cables conductores para la luz eléctrica y para el teléfono. Se había instalado un proyector de 250 watts el cual se apagaba a voluntad cuando los tripulantes querían observar los efectos de la iluminación submarina natural. Para lograr mejor resultado se pintó la batisfera de negro en su parte interior y de azul en la exterior. La respiración de los tripulantes estaba asegurada durante seis horas gracias a dos botellas de oxígeno. El anhídrido carbónico era absorbido por un depósito de cal y la humedad por cloruro de sodio.¹¹⁷ Después de efectuar numerosos descensos bastante exitosos y a profundidades cada vez mayores en aguas de las Bermudas, van perfeccionando su ingenio. En el transcurso de ellas, observan numerosos animales abisales de algunas especies totalmente desconocidas como un pez de dos metros de largo que fue llamado "Bathysphaera intacta" o el extraño "Bathyembyx istiophasma". Durante algunos de estos descensos Beebe y Barton miraron a través de dos ventanillas de cuarzo, y vieron cosas que ningún hombre había visto jamás y describen la escena

¹¹⁷ Beebe, W., *Preliminary account of sea dives in the bathysphere with especial reference to one at 2.200 feet*, Proc Natl., Acad. Sci., EEUU, 1934, pp. 164-188.

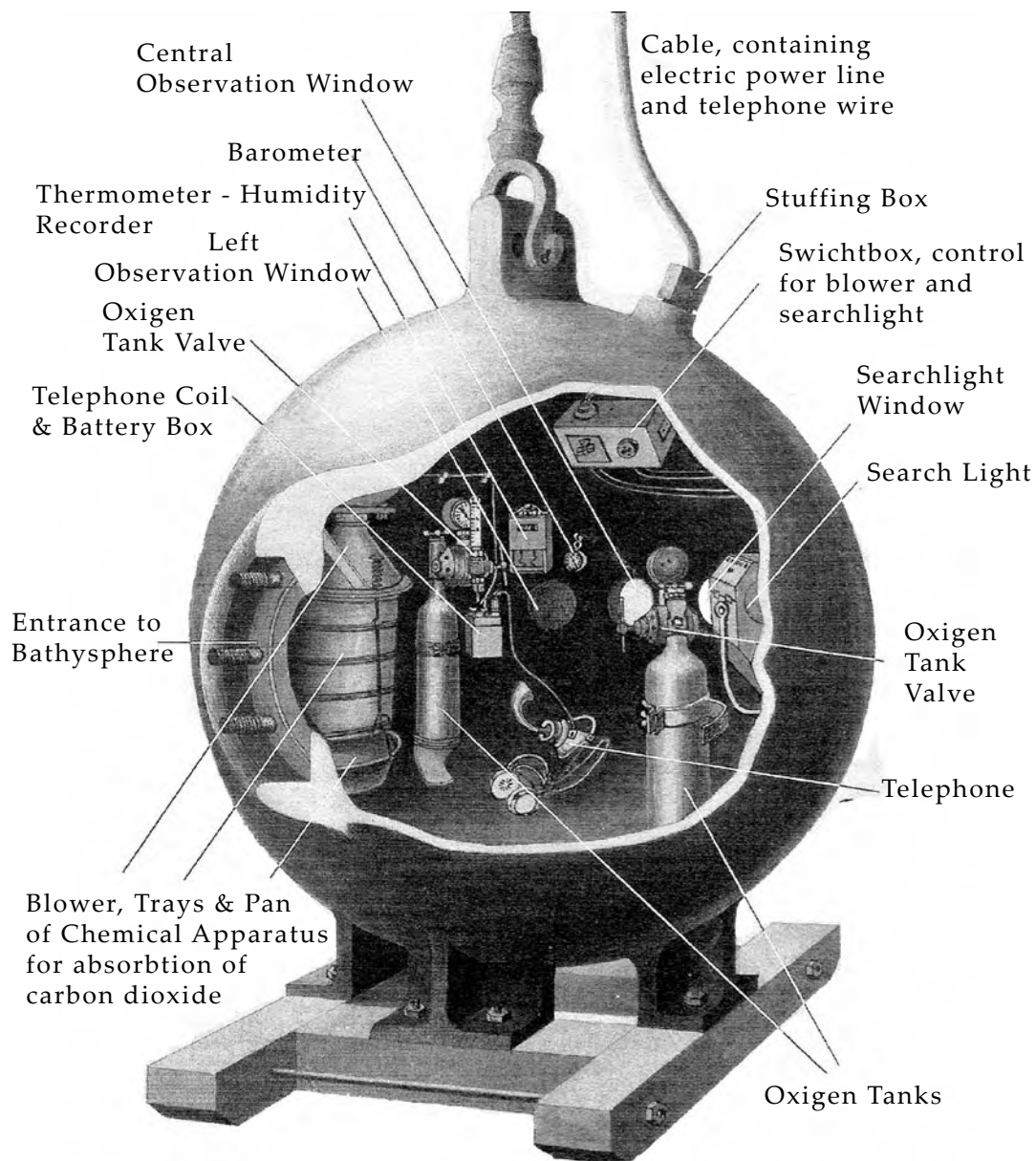


Figura 72. La Batisfera. Detalle del interior.

como "un mundo azul oscuro, denso, que parecía surgido de una sola vibración: azul, azul, eternamente azul(...)". Finalmente, William Beebe y Otis Barton encerrados en la batisfera descendieron hasta la profundidad de 906 metros el 11 de Agosto de 1934 después de efectuar más de treinta inmersiones preliminares. Esta verdadera hazaña se llevó a cabo a costa de mil peligros y problemas de orden técnico: las ventanillas se rompían, las juntas no resistían bien la presión de las aguas, los cables eléctricos se enroscaban al interior de la cabina, como si se tratara de gigantescas serpientes de mar, envolvían al globo por efectos de la terrible presión amenazando a los dos observadores de la cabina. Estos inconvenientes se fueron solucionando poco a poco y Beebe y Barton alcanzaron por primera vez las grandes profundidades submarinas, pudiendo así establecer muchas enseñanzas conducentes a posteriores intentos y por sobre todo a motivar a los científicos a penetrar en el mundo del silencio.¹¹⁸

Beebe abrió las puertas del mar. Sin embargo, el medio que el preconizó para explorar los fondos oceánicos quedó muy pronto anticuado, su batisfera fue derrotada, por un ingenio autónomo, el batiscafo. Aproximadamente en la misma época, se estaba atacando el problema de la penetración del hombre en el agua desde otro ángulo diferente. Sin embargo, es necesario recordar que en el Renacimiento, pleno de imaginación creadora ya se había estimado que la penetración del hombre en las profundidades se podría lograr de dos maneras: o desarrollando ingenios más protectores, o mediante la escafandra individual. La idea de la escafandra individual, es

tomada por el comandante Le Prieur de la Armada de Francia, que en 1926 había tomado conocimiento de los trabajos previos de dos ingenieros franceses, Rouquayrol y Denayrouze, que ya en 1866 habían puesto a punto un tipo de escafandra autónoma que denominan "Aerophore". Ésta, permitía sumergirse en el agua y trabajar en las profundidades. Se trataba este invento de una escafandra conectada de un recipiente lleno de aire comprimido presurizado, a lo que entonces, el año 1865, era alta presión, 30 atmósferas, que recibía una alimentación adicional desde una bomba situada en la superficie a través de un tubo flexible.

El aire tan solo era enviado a la boquilla, cuando el buzo inhalaba y funcionaba automáticamente gracias a una membrana.

Le Prieur, perfecciona el modelo, empleando una botella llena de aire atmosférico a una presión de 150 atmósferas, unida a una máscara facial y unas aletas para los pies, inventada por Louis de Courlieu. El suministro de aire no dependía de la superficie y el buceador contaba con una auténtica autonomía de movimientos. El inconveniente que presentaba la escafandra de Le Prieur era que había que controlar manualmente la válvula de aire, es decir no era automática. Ello obligaba al buzo a efectuar manipulaciones, que ocupaban sus manos y le distraían. También el hecho de que la válvula reductora estuviera siempre abierta resultaba una duración limitada de aire de la botella.¹¹⁹

¹¹⁸ Beebe, W., *A half mile down*, Natl. Geogr. Magazine. Princeton, Nueva Jersey, 1935, pp. 147-161

¹¹⁹ Antier, Jean-Jacques, Op. Cit.

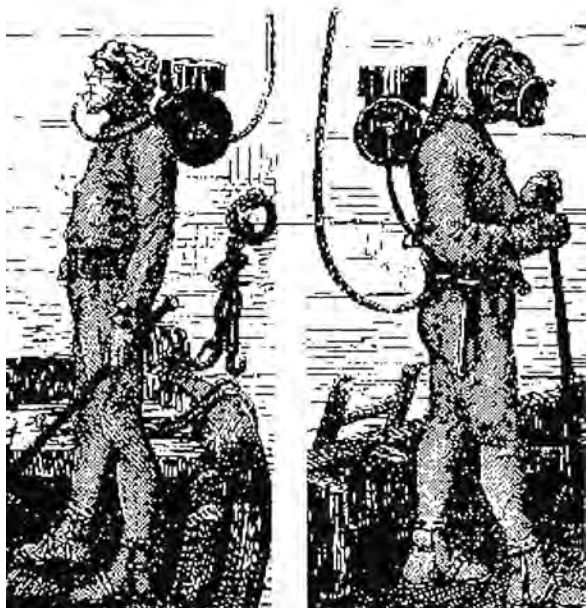


Figura 73. La escafandra de Le Prieur.

En 1943 y 1944, Jacques-Yves Cousteau y el ingeniero Emile Gagnan, diseñan, prueban y comercializan una válvula que, conectada a una botella, permite al buzo, manejar automáticamente el aire "a demanda". Este equipo aporta aire cuando se inhala y cierra el suministro cuando deja de inhalar. Gracias a este regulador se pudo iniciar la exploración individual del mundo subacuático como ya lo había imaginado Leonardo en el Renacimiento. Cousteau a partir 1937, había comenzado a experimentar prototipos de aparatos respiratorios de oxígeno en circuito cerrado, sufriendo durante esas experiencias dos intoxicaciones graves, pero sus trabajos se detienen por causa de la segunda guerra Mundial. Finalizada la guerra, funda el "Groupe d'Etudes et Recherches Sous-Marines", para la investigación y técnicas de



Figura 74. El Comandante Le Prieur.

buceo. Entre 1947-1949, comanda el buque "Ingenieur Elie-Monnier" y colabora por primera vez con las inmersiones del Batiscafo diseñado por Piccard. Al parecer el destino jugó un papel importante en la vida de Cousteau, parece haber estado presente dondequiera que un nuevo evento submarino tenía lugar. Fue uno de los primeros hombres que intentara construir una estación de observación submarina y en crear un sumergible utilizado en conexión con ella. Sin duda, la mayor contribución de este hombre tan especial fue que el público en general adquiriera conciencia del mundo submarino.¹²⁰

¹²⁰ Cdte. J. Cousteau, *Le Monde du silence*, Editions de Paris, 1962.

5.2. SE ALCANZA LA MAXIMA PROFUNDIDAD OCEANICA.

Los trabajos orientados a permitir al ser humano penetrar autónomamente por debajo de la superficie estaban motivando a científicos e inventores en varias partes del mundo y eran complementados por la idea de utilizar submarinos de observación como el de Beebe y Barton. Esas experiencias exitosas motivan más aun a Piccard. Es así como en el año 1937, durante una recepción de la Fundación Universitaria de Bruselas, el rey Leopoldo III de Bélgica demanda a Piccard acerca de sus trabajos científicos.

“(...)Señor -respondió- en la actualidad intentó construir un submarino científico equipado para descender a grandes profundidades. Por lo menos deberá sumergirse a unos 4.000 metros(...)”¹²¹ Ya en su laboratorio Piccard reúne a sus colaboradores y les dijo: **“(...)Señores, he hablado con el rey sobre el batiscafo. De modo que es necesario construirlo como sea(...)”** Entre los años 1937 a 1939 se crea un laboratorio especial en la Universidad de Bruselas, donde se llevaron a cabo numerosos ensayos y se trazan las grandes líneas del proyecto. Ya se habían dibujado los planos principales cuando estalla la segunda guerra Mundial. Finalizado el conflicto y a pesar de que la economía del país sufría una enorme depresión, aparece la personalidad de Piccard que a pesar de todas esas dificultades prosigue en su intento. Es necesario además, reiterar que Piccard no era belga sino suizo, que era de por si una dificultad adicional.¹²²

¹²¹ Piccard, Jacques, *Profondeur :11. 000 Metres*, Editorial Atthaud, Paris, 1962. pp. 32

¹²² Ibidem

Pero una personalidad especial, como la de todos los individuos que intentan penetrar el fondo de los océanos, se ve reforzada por el gran mérito de los belgas que a pesar de que aún tropezando con tan mala posición económica, entregan en 1946 los fondos necesarios para la construcción del batiscafo de Piccard.

En 1948, el batiscafo FNRS, desciende a 1380 metros (sin observadores a bordo). En 1953 Piccard dirige la construcción de un nuevo batiscafo en Italia al que denomina “Trieste” y con el cual en septiembre del mismo año en las aguas de la isla de Ponza, Italia,

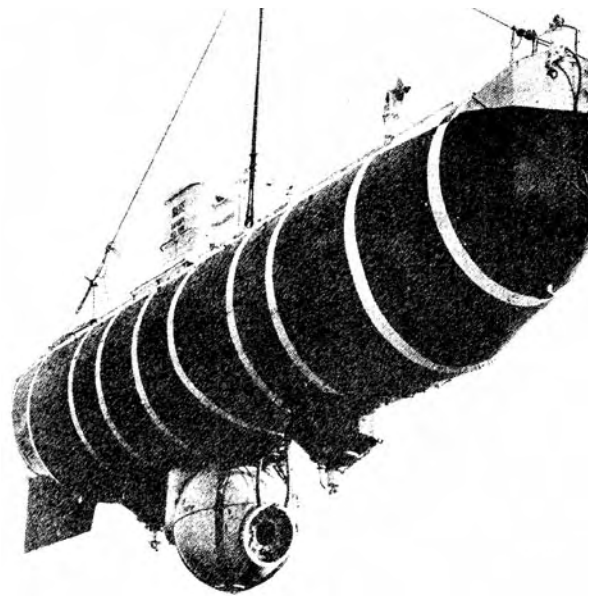


Figura 75. La botadura del “Trieste”

desciende a 3150 metros. Una segunda inmersión la supera llegando esta vez, en aguas de Dakar a los 4050 metros. Durante varios años más se continuaron variadas inmersiones las cuales se vieron cada día sujetas a restricciones económicas y numerosas trabas administrativas por parte de varios gobiernos que participaron en estos trabajos. Finalmente, en el contexto del proyecto "Necton" que contaba con el financiamiento de la O.N.R. (Oficina de investigaciones de la Armada de los Estados Unidos), se procedió a efectuar la inmersión más profunda efectuada por el ser humano. El piloto fue Jacques Piccard, hijo del profesor Auguste Piccard inventor del Batiscafo. Dicha inmersión se realizó en las cercanías de la isla de Guam, situada a 13° de latitud norte es la más meridional de las islas Marianas, donde en 1521 es asesinado uno de los más grandes navegantes de todos los tiempos, Magallanes. En sus cercanías está la "Challenger Deep", que alcanza 11.520 metros de profundidad que es la mayor profundidad oceánica conocida.¹²³

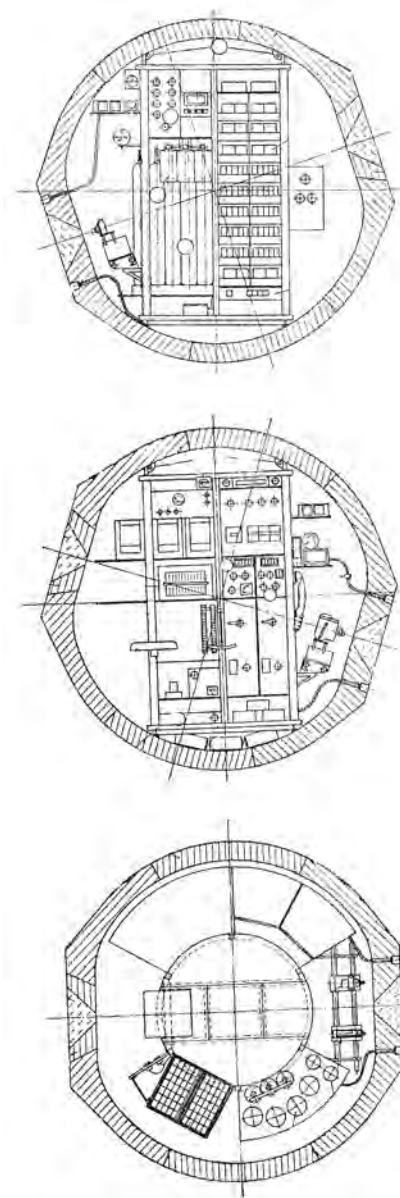


Figura 76. Secciones de la cabina del Batiscafo.

¹²³ Fage, L. *Les campagnes scientifiques de bathyscahe F:N: S:S 1954-1957*, Ann Institute Ocanogr., Paris. N° 35. 1956.

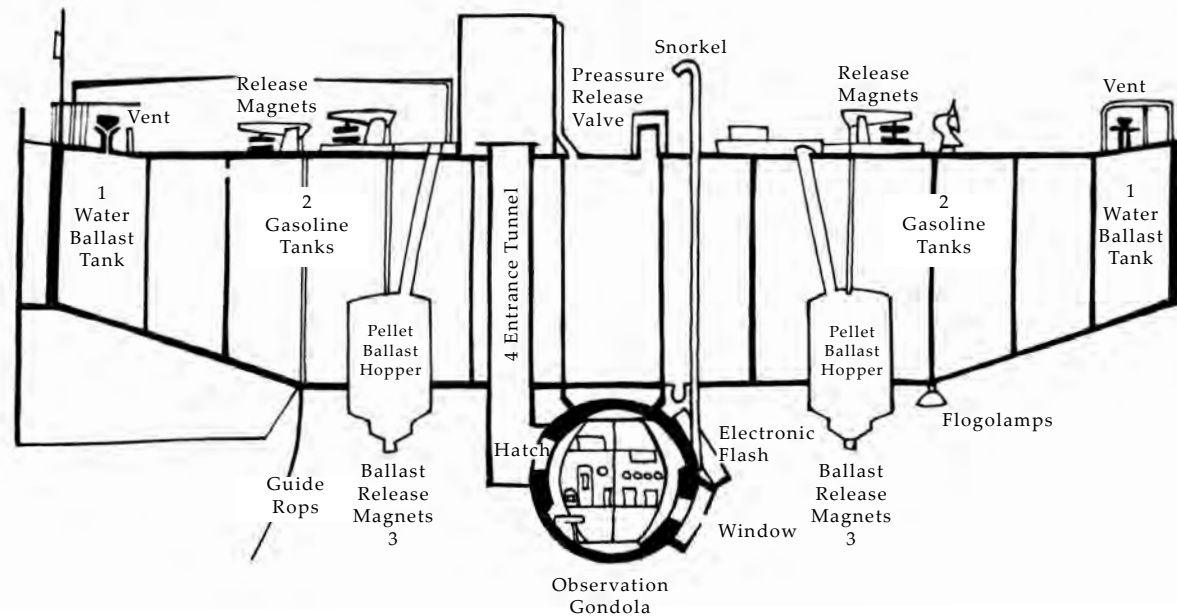


Figura 77. Corte transversal del "Trieste"

El 10 de Julio de 1959 se elevó a la superioridad de la Armada de los Estados Unidos la siguiente solicitud:

"De: La Dirección del Laboratorio de Electrónica de la Armada, San Diego, 52, California

El: Jefe de Estado Mayor de la Armada

Vía: Jefe de Investigaciones Navales y Jefe del Departamento de Construcciones Navales.

Tema: Proyecto Necton. Requisitoria del N.E.L.

1. Se propone al Estado Mayor de la Armada que autorice la presentación de la ayuda necesaria al proyecto Necton. (Operación del batiscafo "Trieste" en la fosa de las islas Marianas, que tendrá lugar entre noviembre de 1959 y febrero de 1960).

2. El "Trieste", entregado por Augusto y Jacques Piccard a la O.N.R., está sujeto en la actualidad a algunas modificaciones que le permitirán sumergirse en la fosa de las Marianas y en el lugar conocido como la máxima profundidad conocida del mundo entero. La O.N.R. ha adquirido una nueva cabina para el batiscafo "Trieste" y su flotador va a ser ampliado para asegurar la necesaria fuerza conductora.

3. Entre los meses de noviembre, diciembre y enero, existe un período meteorológico favorable en las islas Marianas para llevar a cabo tales operaciones. El proyecto Necton no podrá realizarse en este año a no ser que el jefe de Estado Mayor de la Flota autorice rápidamente su ejecución.

4. Nos hallamos en situación de esperar un éxito completo de esta operación si el jefe de Estado Mayor de la Flota autoriza se preste a la misma la necesaria ayuda. Durante el curso de 56 inmersiones ya realizadas el "Trieste" ha revelado ser un ingenio perfectamente seguro y rentable. La nueva cabina, más resistente todavía que la primera, es, así mismo, un factor suplementario de seguridad. Jacques Piccard, el piloto de las anteriores 56 inmersiones, acompañará al proyecto Necton como consecuencia de un contrato extendido con la O.N.R.E.I. N.E.L. dispondrá también de otros dos pilotos (un oficial de la Armada y un paisano), adiestrados para utilizar el batiscafo. Únicamente se emplearan en las operaciones los métodos y equipo ya probados y utilizados.

Firmado: John Phelps. Capitán de la Armada de los Estados Unidos.¹²⁴

El 23 de Enero de 1960, muy de madrugada el "Trieste" inicia su descenso. Un poco después de las dos de la tarde el batiscafo toca fondo. El descenso a la fosa Challenger marca el final de una era.

5.3. LA GRAN REVOLUCION

A partir del fin de la segunda guerra Mundial se inicia una época extraordinaria para quienes se ocupan de las Ciencias de la Tierra. Los importantes avances logrados en la oceanografía geológica y geofísica fueron posibles, gracias al empleo de importantes recursos y del desarrollo de nuevas técnicas, muchas de las cuales se originaron durante el



Figura 78. Jacques Piccard (hijo) y el teniente Walsh acomodados en la cabina de observación del Trieste.

conflicto militar. En esas circunstancias fue natural que se inicié el predominio científico por parte de los países vencedores, particularmente de los Estados Unidos de Norteamérica y Gran Bretaña. Las instituciones que toman la iniciativa en la exploración de los fondos marinos son entre las más importantes el Instituto Oceanográfico de Scripps de California y el Lamont Doherty Geological Observatory de la Universidad de Columbia, en Nueva York.

124 Piccard, Jacques, Op. Cit., pp. 194-195

Nuevas tecnologías principalmente las sondas de eco permitieron la confección de mapas del piso oceánico muy perfeccionados los cuales mostraron por primera vez un paisaje submarino realmente espectacular que sorprende al mundo científico, generando grandes expectativas para la investigación, pero al mismo tiempo, un marcado interés geopolítico de las potencias vencedoras, al visualizar las ventajas que el conocimiento y posterior uso de los fondos marinos les podría entregar.¹²⁵

La guerra fría refuerza estas intenciones y se inicia la fabricación de unidades submarinas militares a propulsión nuclear. Para la operación exitosa de estas máquinas se implementan complejos sistemas de navegación, de “escucha” submarina y toda suerte de laboratorios especializados en tecnologías submarinas de complejo desarrollo. Esto último es relevante, ya que a partir de ese momento y hasta hoy en día, se pone a disposición de instituciones tanto públicas como privadas ingentes sumas de dinero y de tecnologías de todo orden lo que hace posible iniciar una verdadera revolución en la visión del planeta a partir del conocimiento de los fondos marinos.¹²⁶

Del mismo modo, el desarrollo de la tecnología, el incremento explosivo de la humanidad y otras demandas propias del mundo actual, requieren cada día de mayores y permanentes fuentes energéticas. Su motor actual son los combustibles fósiles; el

petróleo que se encuentra en cantidades importantes depositado en el mundo submarino. La industria del petróleo “offshore” presenta en consecuencia un notable desarrollo en las técnicas de trabajo submarino. A partir de ese momento fue posible para la comunidad científica poner a prueba hipótesis atrevidas y lo más importante, el poder confirmar en terreno ideas y conceptos acerca de la estructura y la evolución de nuestro planeta. Todo el pensamiento previo fue completamente reevaluado, creándose un nuevo y espectacular paradigma de las ciencias de la Tierra. La contribución a esta nueva visión del planeta, por parte de la oceanografía geológica ha sido notable, y tal como ha sido casi una constante en este campo, un personaje especial, dotado de características personales únicas ha sido quien lo ha iniciado en propiedad. Los desarrollos actuales de la geología marina están asociados a la figura de Alfred Wegener (1880–1930), meteorólogo alemán cuya personalidad, amor por la ciencia y capacidad de trabajo, han quedado nítidamente demostradas tanto en sus trabajos teóricos, como en su labor como explorador científico. Su característica multifacética personalidad en los campos de la ciencia le permitió reunir y ordenar una amplia gama de fenómenos naturales, que le permitieron generar en no más de cinco años, entre 1910–1915 una teoría compleja, pero deducida en forma impecable. Lo notable es que Wegener era un extraño en las ciencias geológicas, sin embargo, fue capaz de presentar una hipótesis plena de argumentos lógicos y coherentes que la revolucionó.¹²⁷

¹²⁵ Mordal, J., *Vingt -cinq siecles de guerre sur mer*, Editorial Laffont, París, 1959.

¹²⁶ Cdt. T. Sanguinetti, *Atome et batailles sur mer*, Editorial Hachette, París, 1965.

¹²⁷ Hallan, A., *A revolution in the earths sciences, from continental drift to plate tectonics*, Oxford University Press, 1976.

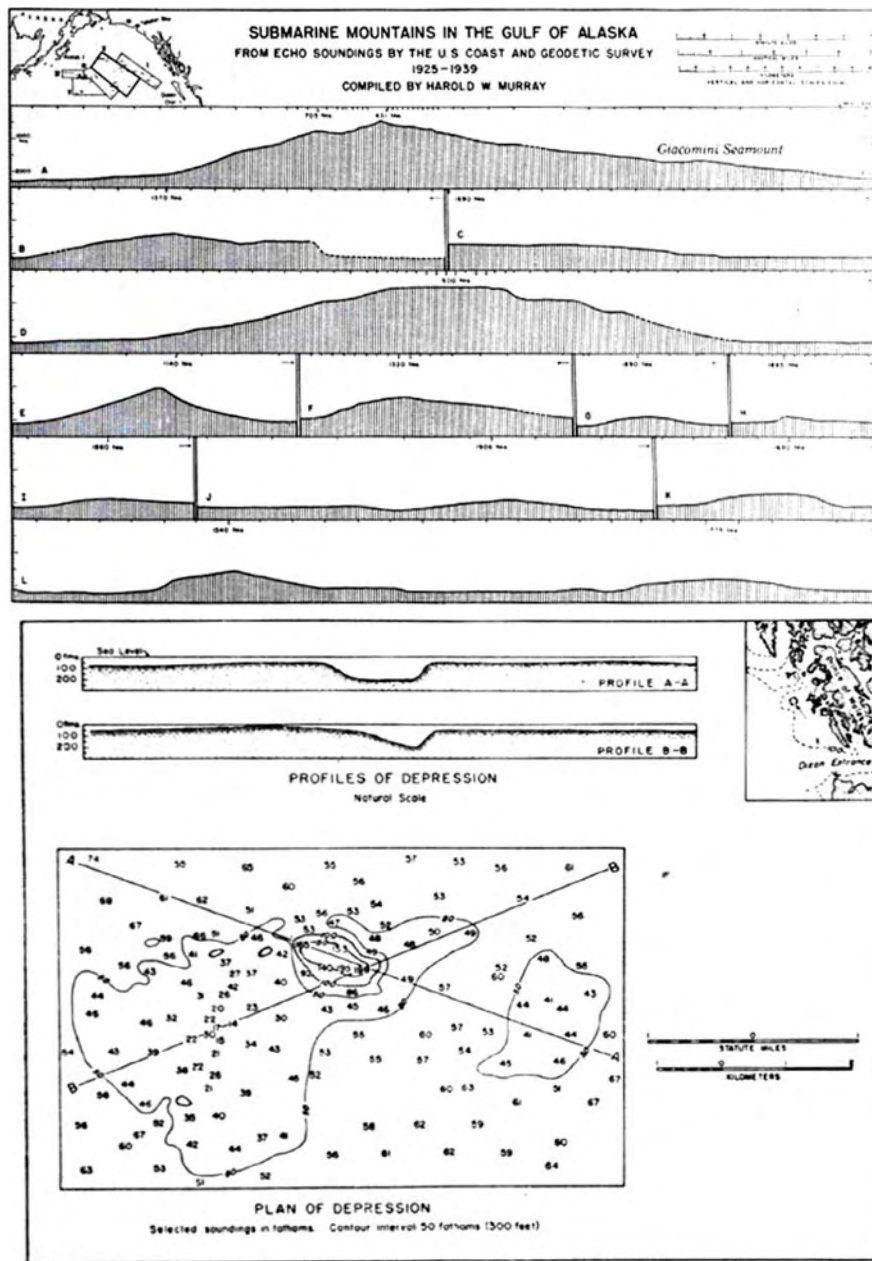


Figura 79 a y b. Registros de topografía submarina realizadas por la Armada de los Estados Unidos en sus aguas jurisdiccionales en los años cincuenta.

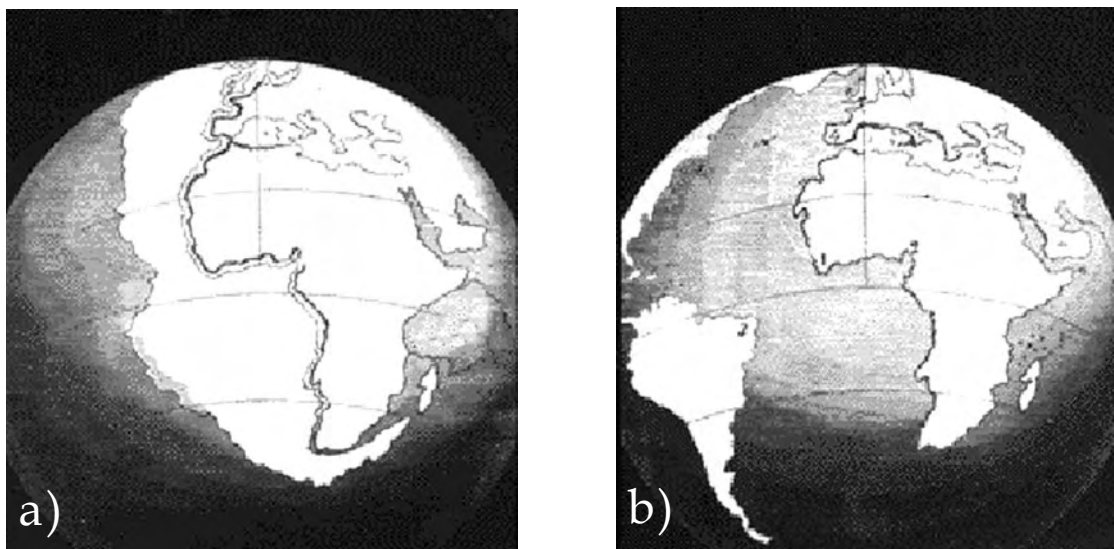


Figura 80 a) Antes de las separación y
b) después de la separación, según Antonio Zinder Pellegrini en 1858.

En el siglo XIX, la geología había adoptado un esquema de movimientos verticales para explicar la dinámica de la corteza terrestre, en concreto para dar cuenta de la formación de cadenas montañosas y la distribución y estructura de continentes y océanos. El atreverse a explicar esos mismos fenómenos de una manera diferente, es decir, a partir de desplazamientos horizontales, e imaginarse para ello la existencia de un enorme continente primitivo (La Pangea), del que se habrían separado trozos que darían lugar en el transcurso de la vida de la Tierra a una geografía diferente y cambiante, suponía un cambio en extremo radical de la manera de contemplar la evolución del planeta.¹²⁸

Aunque la hipótesis de la “Deriva Continental”, como se denominó en sus inicios se asocia a Wegener, ya en 1620, Francis Bacon en su “Novum Organum” había señalado que habrían ciertas relaciones entre los continentes de África y América del Sur, que se afinaban hacia el sur y que habrían ciertas similitudes entre las costas de América del Sur y las costas atlánticas de África. También se puede atribuir a Francois Placet que en 1666, publica “La corruption du grand petit monde”, obra en la cual plantea que antes del diluvio, las tierras no debían encontrarse divididas y que la separación de América, se produjo mas bien por el hundimiento de la Atlántida y el alzamiento, con la concomitancia de un continente occidental, que podría ser originado por una aglomeración de islas.

¹²⁸ Harland, William, *The origin of continents and ocean: an essay review*, Geol. Mag. N° 106, 1969.

A comienzos del siglo XIX Alexander von Humboldt se asombró ante la congruencia de las costas de América del Sur y las occidentales de África y estimó que el Atlántico no era otra cosa que un valle inundado por el mar. La primera indicación clara y más concreta es de Antonio Snider-Pellegrini, cuando publica en 1858 “La creation et ses mysteres devoiles”. Snider-Pellegrini pertenecía a la escuela de los “catastrofistas” y propuso que cuando la masa de la tierra se enfrió y cristalizó los continentes quedaron de un solo lado, creando una inestabilidad que sólo se resolvió después del diluvio. En ese momento, extensas catástrofes fracturaron y separaron las Américas del Viejo Mundo.¹²⁹

En 1910, el geógrafo F.B.Taylor, publica un extenso trabajo, en el cual aparece la primera hipótesis coherente acerca de una supuesta deriva continental. Su punto de partida, a diferencia de los anteriores, no es la coincidencia del contorno de los continentes en el Océano Atlántico, sino la disposición de cadenas montañosas presentes en Eurasia y ampliamente descritas por Eduard Suess en su texto clásico “The Face of the Earth”, donde una serie de arcos montañosos cuya cara convexa mira hacia el océano, estaría indicando fuertes compresiones laterales. Es interesante destacar que Taylor hace mención de la curvatura hacia el Este del Arco de Scotia, en el Atlántico Sur podría ser una demostración de el empuje hacia el oeste de las masas continentales, lo que adquiere considerable interés a la luz de los actuales conocimientos.¹³⁰

¹²⁹ Snider-Pellegrini, A., *La Creation et ses mysteres devoiles*, Editorial Franck y Dentu, París, 1858.

¹³⁰ Taylor, F.B., *Bearing of the Tertiary mountain belt on the origins of the Earth's plan.* Bull, geol. Soc. Amer., N° 21, 1910.

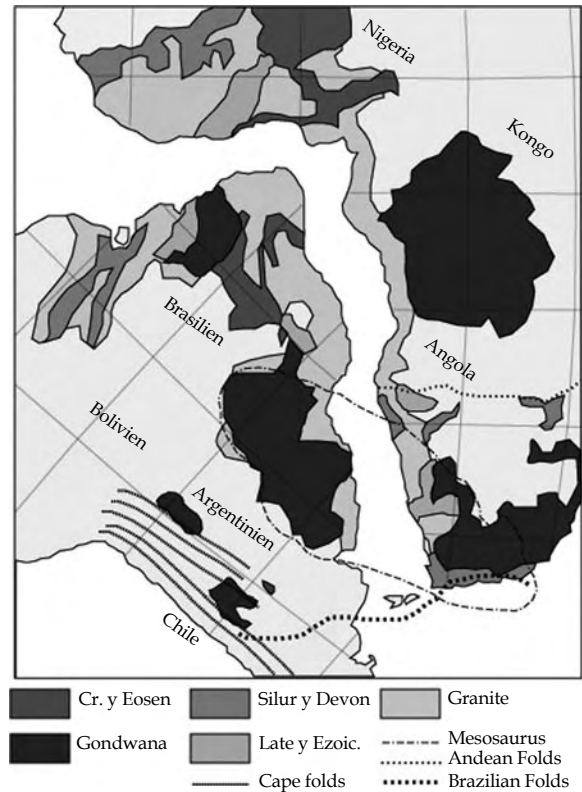


Figura 81. Mapa de B.Taylor de 1910.

Dos años después y al parecer en forma independiente Wegener expone sus argumentaciones en un primer esbozo en 1912, en una reunión de la Sociedad geológica de Alemania. Tres años más tarde aparece su obra clásica “Die Entstehung der Kontinente und Ozeane” que es una de esas obras científicas pioneras que se adelantan a su tiempo y anuncian con anticipación el cambio de esquema conceptual, a partir del cual, se estructura un conjunto de ciencias, en este caso las que se ocupan de la Tierra.

“Tuve la primera intuición de la movilidad continental ya en 1910, cuando al contemplar el mapamundi, me impresionó la coincidencia de las costas de ambos lados del Atlántico, pero por el momento no hice caso de esta idea, que me parecía inverosímil. En el otoño de 1911 conocí a través de un trabajo de síntesis que cayó en mis manos por casualidad, los resultados paleontológicos, para mí desconocidos hasta entonces, referentes a las primitivas conexiones continentales entre Brasil y África. Esto me llevó a un examen atento, aunque por el momento fugaz, de los resultados de las investigaciones geológicas y paleontológicas referidas a esta cuestión, investigaciones que hicieron arraigar en mí el convencimiento de que eran básicamente correctas. El 6 de Enero de 1912 avancé por primera vez la idea de una conferencia que impartí en la Sociedad Geológica de Frankfurt y cuyo título era “El desarrollo de las grandes unidades de La corteza terrestre (en continentes y océanos) desde el punto de vista geofísico (...)

(...) En un trabajo corto publicado en 1909, Mantovani ha expresado ilustrando con mapas, ideas sobre translaciones continentales que difieren ciertamente de las mías (...)

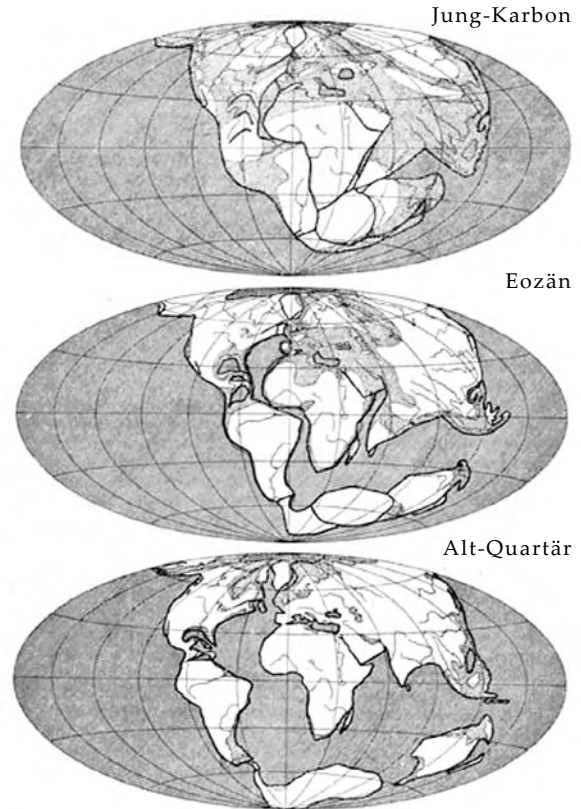


Figura 82. Modelo de “deriva continental propuesto por Alfred Wegener.

(...) También encontré grandes semejanzas con mis propias teorías en un trabajo de Taylor aparecido en 1910(...)

(...) He conocido por primera vez todos estos trabajos, el de Taylor incluido, cuando ya había elaborado la teoría de la deriva en sus rasgos principales, e incluso algunos de ellos bastante más tarde. No hay que descartar que en el futuro se descubran otros trabajos que incluyan puntos de acuerdo con la teoría de la movilidad continental o bien que

hubiesen anticipado algunos de sus temas. Todavía no se ha emprendido ninguna investigación histórica sobre ese aspecto, ni es este el propósito del presente libro(...)

La hipótesis de que existían continentes intermedios era, de hecho, la más inmediata, en cuanto se basaba en el cuerpo de doctrina de la contracción de la Tierra. Esta teoría que se origina en Europa, fue establecida y elaborada por Dana, Albert Hein y Edgard Suess y sigue dominando hasta el momento presente los conceptos básicos de la mayoría de los textos europeos de geología (...)

(...) Pero ¿Cuál es la verdad? La Tierra no puede mostrar más de un rostro a la vez. ¿Hubo puentes continentales?, o bien ¿Estuvieron siempre los continentes separados por mares profundos? Es imposible rechazar la reivindicación sobre las antiguas conexiones terrestres o si no queremos renunciar por completo a comprender el desarrollo de la vida en la Tierra. Pero es igualmente imposible rehuir con los que los partidarios de la teoría de la permanencia rechazan los intercontinentes hundidos. Evidentemente, queda tan solo una posibilidad: tiene que existir un error oculto en las suposiciones tomadas como evidentes.

(...) Este es el punto de vista de la teoría movi- lista o la teoría de la deriva. La suposición, tomada como evidente tanto en la teoría de los puentes continentales con la de la permanencia, de que la situación relativa de los bloques continentales no ha cambiado debe ser falsa: los continentes deben de haberse movido. Suramérica debe haber estado junto a África y formando con ella un único continente, escindido en el Cretácico en dos partes que luego, como en los fragmentos de un témpano agrietado, se separaron cada vez más en el curso

del tiempo geológico, pero los bordes de estos dos bloques concuerdan todavía hoy. No solo en el gran codo en ángulo recto que forma la costa brasileña, en el cabo San Roque encuentra su negativo en el recodo de la costa africana en Camerún, sino también al sur de estos accidentes la forma de la costa es tal que a cada saliente de la costa brasileña corresponde una bahía de igual forma en la africana y viceversa; a cada bahía en el lado brasileño un saliente en el africano. Como puede comprobarse con el compás sobre un globo terrestre, las distancias concuerdan con precisión.

Igualmente, Norteamérica estando situada en el pasado junto a Europa formó un bloque único con ella y Groenlandia, al menos desde Teranova e Irlanda hacia el norte. Este bloque se fragmentó a partir del Terciario superior (y en el norte incluso en el cuaternario) por medio de una fractura que se bifurcaba en Groenlandia, tras lo cual los fragmentos se separaron unos de otros. Antártida, Australia e India estaban situadas junto a Sudáfrica hasta el comienzo del Jurásico, formando con ella y con Suramérica un gran continente único (parcialmente cubierto por mares someros), que en el transcurso del Jurásico, el Cretácico y el Terciario se fragmentó en bloques aislados, que luego derivaron en todas direcciones. En el caso de la India se trata de un fenómeno algo distinto, un largo bloque cubierto caso totalmente de mares someros la unía por completo el continente asiático. Tras la separación de Australia por una parte (en el Jurásico inferior) y por otra de Madagascar (en el límite entre Cretácico y Terciario), este largo bloque fue plegado cada vez más por la aproximación de India y Asia y constituye hoy una de las más poderosas cadenas de montañas de la Tierra: el himalaya y las cadenas vecinas.

(...)Si tomamos la teoría de la deriva como base, podemos satisfacer todos los requisitos legítimos, tanto de la teoría de los puentes continentales como de la teoría de la permanencia. En concreto, esto quiere decir que hubo conexiones entre los continentes actualmente separados, pero no intercontinentes que luego se hundieron y que hay permanencia, pero no de cada océano o continente individual, sino del área de los continentes y del área de las cuencas marinas en su conjunto (...)"¹³¹

La publicación de Wegener no despertó gran interés ni cuidado por la comunidad científica de la época. Las primeras reacciones con respecto a estas ideas fueron de escepticismo y hasta hostiles y comienzan a aparecer en 1922 al momento de publicarse la segunda edición del texto de Wegener, durante la reunión de la Royal Geographical Society. Uno de sus miembros expresa al respecto:

"(...) Al examinar ideas nuevas como las de Wegener no es fácil olvidar los prejuicios. Un continente que se mueva es para nosotros tan extraño como lo fue para nuestros antepasados una Tierra que se movía y podemos tener tantos prejuicios como ellos (...)El propio Wegener no ayuda al lector a formarse un juicio imparcial. Sea cual fuere su actitud en un principio, en su libro no busca la verdad. Está defendiendo una causa y está ciego frente a todos los hechos y argumentos que hablen en contra de ella (...)"¹³²

¹³¹ Wegener, Alfred, *El Origen de los continentes y océanos*, Editorial Pirámide, 1983, pp. 18-23

¹³² Van Waterschoot van der Gracht, *Theory of Continental drift: a Symposium*, Ame. Asoc. Petrol. Geol, 1928.

Uno de los críticos más enconados e influyente en contra de la deriva de los continentes fue el Dr. Sir Harold Jeffreys, científico muy respetado como profesor de Astronomía de la Universidad de Cambridge y uno de los pioneros de la geofísica matemática. Las críticas de Jeffreys fueron quizás las críticas más formidables que recibió Wegener ya que fueron el punto de partida de los argumentos en contra de la escuela de geofísica de la tierra ultra sólida de Gran Bretaña y de los Estados Unidos, la cual postulaba que podía demostrar de manera definitiva que la Tierra poseía una rigidez demasiado grande para permitir que los continentes se trasladaran por su superficie.¹³³

En 1926, en un simposio en Nueva York organizado por la Asociación Americana de Geólogos del Petróleo, y a la cual asiste Wegener se manifiestan opiniones como las del profesor C.R. Longwell de la Universidad de Yale:

"(...) Quizás el hecho de ser tan completamente iconoclasta, esta rebelión en contra del orden pre-establecido ha sido lo que proporcionó a esta nueva hipótesis un lugar bajo el sol. Su carácter atrevido y espectacular atrae la imaginación del profano y del científico. Pero una idea que se refiere tan estrechamente a los principios más fundamentales de nuestra ciencia debe tener una base más sólida que la de ser un atractivo para la imaginación (...)

¹³³ Jeffreys, H., *The Earth: its origin, history and physical constitution*, Cambridge University Press, 1924.

Durante bastantes años las ideas de Wegener encontraron escaso eco y las críticas continuaron poniendo en duda no solamente la hipótesis por él propuesta, sino la calidad misma de Wegener como investigador.

(...) El método de Wegener (...)", expresa el paleontólogo americano E.W. Berry, "(...) según mi opinión no es científico, sino que sigue la trayectoria normal de una idea inicial, una búsqueda selectiva a través de la literatura para corroborar sus pruebas, ignorando los hechos opuestos a esa idea y finalizando en un estado de autointoxicación en el cual la idea subjetiva acaba siendo considerada como un hecho objetivo (...)"¹³⁴

Pero ¿Quién era Wegener?

Alfred Wegener nació en Berlín en 1880. Era hijo de un predicador evangelista, realizó sus estudios en el Gymnasium de Berlín y luego en las universidades de Heilderberg, Innsbruck y Berlín donde se doctoró en Astronomía. Como joven estudiante se había interesado en una ciencia relativamente moderna, la Meteorología. Su pasión por la exploración científica, lo llevó a participar en un viaje de dos años a las inhóspitas regiones al noroeste de Groenlandia, acompañando una expedición danesa dedicada a la investigación meteorológica. Como preparación a sus expediciones al Ártico, emprendió un programa muy arduo de ejercicio físico. También se dedicó a dominar el sistema de utilización de cometas y globos para las mediciones y observaciones climatológicas llegando a ser un experto hasta el punto que



Figura 83. Alfred Wegener.

en 1906, consiguió con su hermano Kurt, el record mundial de vuelo en globo con 52 horas de vuelo interrumpido. En 1912 emprendió una segunda expedición a Groenlandia con el explorador danés J.P. Koch, expedición que fue muy notoria por ser la travesía más larga, hecha a pie, del casquete glacial.

A su vuelta a Alemania fue designado "Privatdozent" de astronomía y meteorología en la Universidad de Marburgo.

134 Hallan, Anthony, Op. Cit., 127-129

En 1913, Wegener, se casó con Else, la hija del eminente y conocido mundialmente meteorólogo W.P. Koppen.

Durante la primera guerra Mundial, sirve como oficial en el ejército alemán, siendo herido en combate en el brazo y cuello. Finalizado el conflicto armado, regresa a la investigación científica sucediendo a su suegro en la dirección del Departamento de Investigaciones Meteorológicas del Observatorio de la Marina, en Hamburgo. En 1924 acepta la cátedra de meteorología y geofísica recién creada en la Universidad de Graz en Austria. Al momento de encontrarse dirigiendo su tercera expedición a Groenlandia en 1930 fallece en forma prematura mostrando su faceta heroica ya que lo que produjo su prematura partida fue por la responsabilidad auto impuesta que tener que llevar provisiones a una estación meteorológica en pleno invierno groenlandés y encontrando la muerte en su viaje de regreso. Los elogios fúnebres se concentraron en sus grandes logros como explorador del Ártico y como pionero de la meteorología.¹³⁵

Hoy en día, se le recuerda como el más notable propulsor de la teoría de la tectónica de las placas, que fundamenta todo el desarrollo moderno de las ciencias de la Tierra. Uno de sus compañeros de estudio de la Universidad de Berlín lo define como: **“Alfred Wegener empezó a abordar sus problemas científicos solo con una disposición muy corriente para las matemáticas, la física y las demás ciencias naturales. Tenía la habilidad de utilizar sus dotes con gran tenacidad y conciencia. Poseía un extraordinario talento para la observación y para comprender**

lo que es sencillo e importante y que es lo que puede darnos resultados. A esto hay que añadir que poseía una lógica rigurosa que le permitía reunir adecuadamente todo lo que era importante para sus ideas (...)”¹³⁶

5.4. LOS DESARROLLOS MODERNOS

Tuvieron que pasar muchos años, hasta llegar a la década de los cincuenta, cuando nuevas evidencias apoyaron la idea del movimiento de los continentes, evidencia que condujeron a la actual hipótesis de la “Tectónica de las Placas”, según la cual, la Tierra está dividida en un conjunto de unidades rígidas, las placas, que contienen parte de los continentes y partes de los fondos marinos y que rotan lentamente entre sí. Con esta teoría él, ahora sí, viejo uniformitarismo Lyelliano sufrió una modificación sustancial. La aplicación de técnicas nuevas o más precisas empezó a transformar radicalmente nuestro conocimiento sobre la Tierra. Estas técnicas llegaron finalmente a producir una profunda revolución doctrinal desde un punto de vista estabiliza al punto de vista movilista. Nuevos datos geofísicos parecieron confirmar espectacularmente los postulados de Wegener sobre la deriva, basándose en datos paleoclimáticos y estratigráficos. El desarrollo de equipos de prospección permitió estudiar la topografía submarina de una manera más completa de lo que había sido antes.

¹³⁵ Runcorn, S.: *Continental Drift*, Academic Press, Londres, 1962.

¹³⁶ Hallan, A.: *A Revolution in the Earth Sciences, From Continental Drift to Plate Tectonics*, Oxford University Press, 1973, pp. 41



Figura 84. El profesor Hess con uniforme de la Armada de los Estados Unidos, durante la segunda guerra mundial.

Esas exploraciones pusieron de manifiesto un verdadero sistema de cordilleras y otros accidentes topográficos submarinos que están presentes en los pisos oceánicos. Sobre este particular es interesante recordar lo relatado en páginas anteriores en relación a la prospección de un cordón submarino entre las islas desventuradas, emprendido por la entonces oficina hidrográfica chilena. A finales de la década de los cincuenta aparece una nueva idea quizás la más importante para el futuro de la investigación de los fondos marinos e imaginada por el geólogo de la Universidad de Princeton Dr. Harry Hess (1906-1969), y a la cual denomina “Hipótesis de la Expansión de los Fondos Oceánicos”.

El profesor Hess reunía a su gran calidad científica una enorme capacidad administrativa. Participa como muchos científicos de su generación en la Segunda Guerra Mundial. Como oficial de marina en una nave de la armada americana, dirigió trabajos sistemáticos de mapeo submarino del piso del Pacífico, descubriendo numerosos relieves sumergidos. Terminada la guerra, fue nominado consejero científico de la exploración planetaria. En su campo específico, la geología, se destacó como una eminencia en petrología y le dio un gran impulso a la investigación del campo gravitatorio por debajo de las profundas fosas oceánicas del Pacífico, una de las cuales fue investigada por el batiscafo “Trieste” como ya se ha visto. Una aventura notable que emprende es en la puesta en marcha de un proyecto espectacular, el proyecto “Mohole”, que proponía perforar el piso oceánico, hasta alcanzar el manto terrestre, iniciativa que no se pudo concretar por la negativa de la administración americana la cual estimó que era demasiado costoso. Ese proyecto fue recientemente puesto nuevamente en ejecución con otro nombre y otros propósitos, es el “Deep Sea Drilling Project”.¹³⁷

¹³⁷ Sir Edward Bullard :*El proyecto Mohole*, Endeavour Vol. XX, N° 80, 1961, pp. 188-197

La idea propuesta por Hess era que los fondos marinos se creaban en las crestas oceánicas, que luego se extendía como una carpeta transportadora hasta las fosas oceánicas y, finalmente, se introducía por debajo de ellas en el manto terrestre. De esa manera establece la relación de su idea con la de la deriva continental, suponiendo que los continentes son transportados en el mismo proceso, por medio de la existencia de corrientes de convección presentes en el manto y escribe: **“(...)Los bordes frontales de un continente están fuertemente deformados cuando se encuentran por encima de las ramas descendentes de las corrientes de convección (...)Las ramas ascendentes que llegan bajo las áreas continentales arrastran las partes fragmentadas, separándolas unas de otras a una velocidad uniforme, de tal modo que se forma una cresta media central como la del océano Atlántico(...)La cobertura de sedimentos oceánicos y los montes marinos volcánicos también se introducen en la mandíbula trituradora de la rama descendente, se metamorfizan y por último, se sueldan probablemente a los continentes(...)”** En relación a la deriva: **“Esto no es exactamente lo mismo que la deriva continental. Los continentes no se abren paso a través de la corteza oceánica propulsados por fuerzas desconocidas, más bien cabalgan pasivamente sobre materiales del manto, cuando estos salen a la superficie en la línea de cumbres y luego se trasladan lateralmente alejándose de ellos (...)”**¹³⁸

En 1962, un joven investigador de la Universidad de Cambridge Fred Vine, en compañía de su supervisor, el profesor Sir Edward Bullard, escuchan una conferencia que dicta Hess acerca de la deriva de los continentes. Vine se encontraba trabajando en la interpretación unas enigmáticas bandas de anomalías magnéticas que habían aparecido en unos registros obtenidos en el océano Indico. Registros similares encontrados en el Pacífico noroeste habían sido cartografiados y puestos a discusión entre los especialistas. Un año después de ese encuentro Vine y Matthews publican su texto clásico en la revista Nature en el que proponen que al inyectarse verticalmente el basalto en la hendidura presente en las dorsales descrito por Hess al emerger y enfriarse, quedaba fijado su campo geomagnético. Cada inyección posterior obligaba al basalto depositado anteriormente a separarse lateralmente creando inversiones periódicas que conformaban las enigmáticas bandas magnéticas registradas en diferentes partes del piso oceánico.

“(...)La hipótesis está de acuerdo con lo que, de hecho, es el corolario de las ideas actuales sobre la expansión del fondo oceánico y las inversiones periódicas en el campo magnético de la Tierra(...) Así pues, va desarrollándose la expansión del fondo oceánico, bloques de material magnetizado, alternativamente de orientación normal o invertida irán alejándose del centro de la cresta y se situarán paralelamente a la arista de la misma(...)”¹³⁹

¹³⁸ Hess, H., *History of Ocean Basin*, Editorial Engel Geological Society of America, Boulder Colorado, 1962.

¹³⁹ Vine, F.J., *Spreading of the ocean floor: new evidence*, Science 154, 1966, pp. 1405-1415

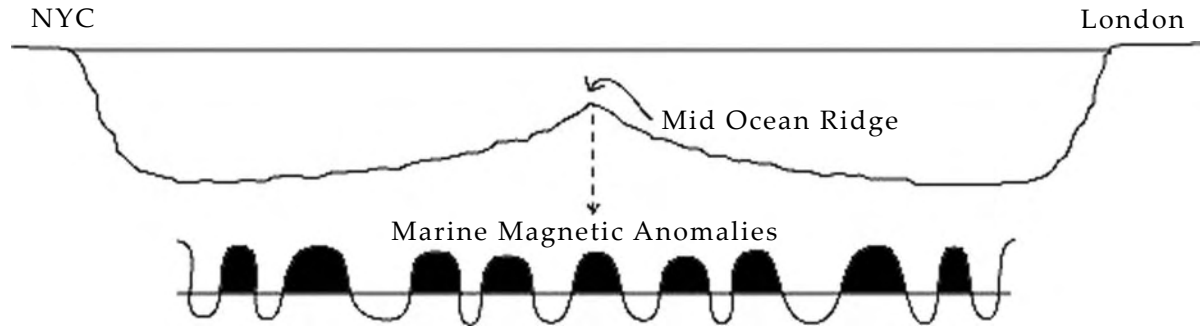


Figura 85. dibujo de las anomalías magnéticas dibujadas por el propio Vine

En 1965 Tuzo Wilson, geofísico canadiense, y el profesor Jason Morgan de Princeton trabajando en forma independiente dan forma al actual concepto de “Tectónica de las Placas”, universalmente reconocido en el cual se divide la superficie de la Tierra en placas las cuales están limitadas por las dorsales oceánicas lugar donde se crea la nueva corteza oceánica y por las fosas oceánicas zonas de subducción, donde la corteza creada se destruye. Este nuevo concepto es más adecuado ya que a pesar que los continentes se mueven, forman solamente una parte de una determinada placa y, desde luego, no derivan a través de los océanos. Uno de sus principios básicos de la tectónica de las placas es que la cantidad de corteza creada en los bordes divergentes de ellas debe de ser igual a la cantidad destruida por la subducción en los bordes convergentes.¹⁴⁰

Toda esta evolución del pensamiento actual originada por la teoría de la deriva continental de Alfred Wegener ha generado hasta nuestros días una considerable actividad científica y cada día a medida que van apareciendo nuevos datos e interpretaciones basados en la tectónica de las placas tanto del mundo sumergido como del emergido se van planteando nuevas interpretaciones sobre una gama cada vez mayor de tópicos, como la metalogénesis, la biogeografía, las variaciones del nivel del mar entre tantos otros. La teoría se ha demostrado capaz de integrar muchos fenómenos y constituye el mayor avance de las ciencias de la Tierra, desde que, a comienzos del siglo XIX, el uniformitarismo y la correlación estratigráfica fueron aceptadas como fundamentales en la ciencia de la geología. Wegener, merece uno de los lugares más destacados por ser un verdadero innovador que desató una verdadera revitalización de las ciencias de la Tierra transformando nuestra visión de nuestro planeta hogar.

¹⁴⁰ Morgan, J., *Rises, trenches, great faults and crustal blocks*, Journal Geophysical, Research 73, 1968, pp. 1959-1982

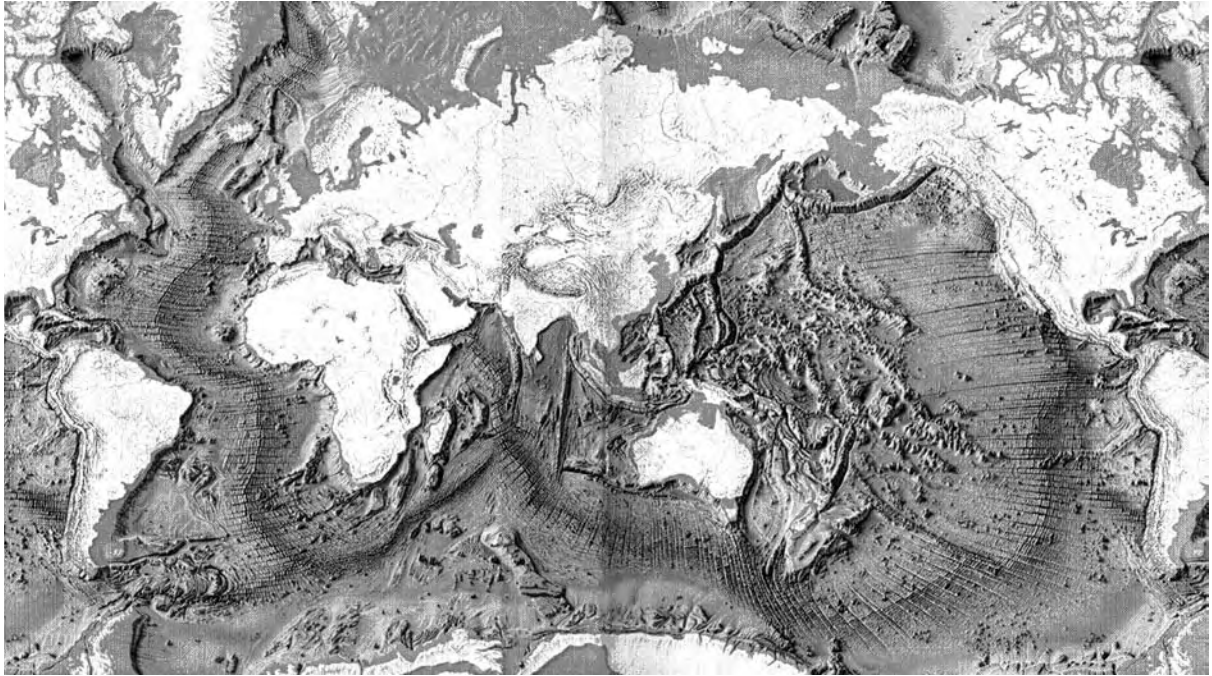


Figura 86. Visión actual del fondo submarino.

SEXTA PARTE

SEXTA PARTE

CONCLUSIÓN

En estos años nos encontramos en una época de gran cambio en la relación al hombre con el mar. Importantes iniciativas de carácter político y legal, a tiempo que se siguen desarrollando las tecnologías y los conocimientos que están permitiendo ampliar las capacidades de usarlo como en sus formas de gobernarlo.

Nuevas ideas se infiltran en los debates sobre los océanos. Aparece un mundo submarino que es tan importante como la masa de agua que lo conforma, un mundo bajo la superficie, antes apenas imaginado, pero nunca realmente alcanzado. Su conquista puede resultar más vital para nuestra supervivencia que las caminatas lunares o las sondas enviadas a Marte. Nuevos recursos como el petróleo y el gas natural, los minerales y la vida del fondo del mar se han hecho aprovechables. Nuevos vehículos están siendo construidos para observar y hacer útil el trabajo bajo el mar. Estaciones submarinas pueden situarse en el fondo oceánico permitiendo vivir y trabajar en un ambiente de agua profunda, cambiando espectacularmente el contacto directo del hombre con el mar. El océano abarca ahora más que la superficie del agua ya que el mundo bajo el mar se halla disponible para su utilización por la humanidad.

La expectante situación actual ha sido fruto de un proceso, que probablemente se inicia como un pasatiempo intelectual desde la Paideia clásica hasta el desarrollo científico del actual estado de desarrollo.

Ha pasado por los comienzos helenísticos, la impronta islámica, los magos y los frailes medievales, la belleza renacentista, los arabescos del barroco, el romanticismo, el positivismo y así hasta nuestros días.

En cada momento del devenir humano el conocimiento de la naturaleza ha conservado y tal vez multiplicado, la fascinación intelectual y estética que poseía para la gente de la Edad Media y el Renacimiento. Los logros de la ciencia constituyen una de las aventuras más maravillosas de la mente humana, pudiéndose comparar casi con las concepciones metafísicas de las grandes religiones.

Todo empezó quizás en una playa, cuando un "Homo Sapiens" saltó sobre un tronco y descubrió que él también podía mantenerse a flote. Aquel día, sin lugar a dudas el mar, todo el mar, le pertenecía a él solo por entero. Sin embargo, la naturaleza humana está mal dotada para relacionarse con el medio acuático en general y muy particularmente cuando se trata del mundo submarino ya que en ese instante tiene que vencer barreras de orden físico como psicológicas importantes que resultan difíciles de superar.

Cambia su entorno natural que es la atmósfera, por otro medio también fluido pero 800 veces más denso y solamente le bastará sumergirse 10 metros para verse sometido a una segunda atmósfera de

tal suerte que a cada determinada profundidad se sumará la presión relativa más la presión atmosférica. Como el cuerpo humano está compuesto en un alto porcentaje por líquidos, el explorador submarino, sentirá en profundidades de pocos metros, los efectos de la presión con dolorosos malestares en las zonas corporales que contienen aire en su interior, particularmente en los oídos, los senos paranasales, los pulmones y el tubo digestivo.

A los problemas generados por la presión, se agrega la falta de luz y si intenta ver objetos bajo el agua solamente conseguirá una visión borrosa, ya que los rayos luminosos que circulan por el agua e inciden en el cristalino del ojo, no sufren la necesaria refracción para ser enfocados correctamente sobre la retina, debido a que el índice de refracción del agua es muy similar al humor acuoso que hay al interior del globo ocular. A todo lo anterior y debido a la densidad del agua de mar el explorador submarino podrá escuchar muchos sonidos provenientes de fuentes cercanas y ocasionalmente muy lejanas en un medio como el marino, donde la propagación del sonido es de 1.500 metros por segundo, sin embargo, no le será posible, determinar la procedencia de dichos sonidos.

A partir del momento que se sumerge, las amenazas del silencio y del frío le sobrecogen, le rodean las tinieblas, la luz del sol desaparece y experimente de modo insoportable la presión de las aguas hostiles.

A lo largo de los siglos, el ser humano ha ido buscando los caminos para vencer esas barreras físicas, pero sin duda más importante ha sido el vencer las barreras psicológicas que fueron en definitiva llevadas a la práctica por algunos hombres especiales y que tienen el privilegio de haber abierto a la humanidad las puertas de un nuevo mundo, misterioso, peligroso y casi infranqueable, el fondo de los océanos. Es posible afirmar entonces, a lo largo de todo el libro, que acciones de hombres notables -no siempre científicos de profesión, sino más bien motivados por su entereza personal- han permitido quitar el velo al conocimiento submarino.

En estos veinticuatro siglos han sido muy pocos los que han tenido ese privilegio y al recorrer las páginas de este escrito se puede constatar que durante bastantes cientos de años, cuando nace la civilización y hasta el helenismo, hay apenas una sola mención acerca de este particular, mención además que se inscribe más bien en lo mítico que en lo real. Tiene que llegar el Renacimiento para que las observaciones de Leonardo, libres y atrevidas miren al mundo con una visión fresca, imparcial, incomparable y pueda imaginarse su hombre pez.

A partir de ese momento, se inicia una zaga extraordinaria de personajes notables, siempre en muy pequeña cantidad, los que han permitido al resto de la humanidad penetrar en alguna manera aquella parte del planeta, quizás la más inaccesible y de responder las preguntas o cuestiones que están ayudando a estructurar las búsquedas que conciernen al mar.

Es natural que en periodos posteriores al siglo XVIII y hasta nuestros días, el progreso de las ciencias, el desarrollo de las naciones y en general todo el desarrollo que la humanidad ha hecho del mar y sus sendas, sean estas en su superficie, como por debajo de ella un lugar diferente. Después de milenios, de desconocimiento los océanos han empezado a ser un tanto más que un terreno de caza para los pescadores o un camino para el cruce de los buques.

Cuestiones que en su momento se plantearon algunos pocos innovadores y soñadores han empezado a compartir un lugar en el pensamiento, tanto de los científicos del océano como del hombre común y las experiencias y nuevos conocimientos conocidos han generado una ancha perspectiva que rebasa el de las academias e institutos.

Como se comprenderá ha sido imposible ocuparse enteramente de un tema tan amplio. Algunos aspectos de él se tratan detalladamente, otros que pudieran ser juzgados igualmente importantes, sólo se mencionan brevemente. Esperase, sin embargo, que en conjunto estas líneas den a sus eventuales lectores una impresión y un fondo general sobre el que pueda seguir soñando.

ANEXOS

PRIMER RELATO

ALEJANDRO “EL MAGNO” EXPLORADOR SUBMARINO

En el año 325 a.C., el ejército de Alejandro, acampa en Guadar, en la costa asiática del Golfo Pérsico, donde se encuentra con Nearco, su amigo íntimo y jefe de su flota, que ha remontado el río Hydaspes (hoy El Djelan) con ochenta naves de guerra y galeras de comercio con cincuenta y dos remeros.

Aristóteles. – ¿Con qué designio me ha sacado Alejandro de mi retiro, me ha abrumado de fatigas y mandado venir a esta costa desolada, lo sabes tú, Nearco?

Nearco. – Solamente sé que existe una razón secreta para alegrarse de tu llegada y de la de Diognetus.

Diognetus. – La razón para mí no es secreta. No es mi humilde llegada la que nuestro rey desea, sino algo que le traigo y que le tiene impaciente. En Tiro me he excedido en estrategias, cálculos y reflexiones respecto a lo que trama el rey. Me remitió el plano de una máquina que se asemeja a los cofres de madera embadurnados de pez, en los que nuestros barcos llevan sus provisiones de agua potable. Imaginaos un cofre mucho más sólido construido con roble del valle del Qasimiyeh, reforzado por una lámina de bronce provisto de pequeñas aberturas redondas. Los artesanos sidónicos han engastado en ellas vidrio incoloro y transparente. Aquí mismo habrá que darle aún a la máquina varias capas de betún...

Aristóteles. – ¿Está abierta en la parte inferior?

Alejandro. – Por lo que estoy oyendo, diría yo, Diognetus, que promulgas los secretos de Estado por las plazas públicas.

Aristóteles. – ¡Noble Alejandro! Curtido por tus gloriosas campañas, esgrimidor de rayos y siempre radiante como un destello de sol y luna.

Alejandro. – A todo lo que he realizado, no eres tú ajeno. Tampoco a lo que me propongo hacer. Acomodaos en torno a la mesa, que mezclen en la cratera vino y miel y que sirvan la carne asada. Diognetus, no te quedes mudo ahora, continúa hablando.

Diognetus. – Todo se halla a punto: los carpinteros de Sidón y los que estuvieron trabajando en la construcción de las máquinas de asedio que originaron la caída de Tiro, han sido rápidos y hábiles. Los esclavos han comenzado al amanecer a embetunar el casco de la embarcación más singular que Poseidón haya jamás visto y a la que Heráclides ha puesto el nombre de skaphe andros.

Pronto el rey que ha creado su imperio desde las riberas del Nilo a las del Indo, podrá extender su poderío bajo el mar.

Nearco. – Que la adversidad no caiga nunca sobre Alejandro. ¡Oh, rey, tú no eres uno de tantos mortales, cuya audacia irrita a los dioses. Éstos te han reconocido como divino y tiemblo, no obstante, al ver que quieres forzar los secretos infernales del mar profundo y cruel.

Aristóteles. – Alejandro, con toda sinceridad, también yo te pongo en guardia. Saliste de entre los arqueos como señor predestinado del Imperio del Levante. El que resiste el cetro de oro, obedece a tu espada. Tus veteranos de Frigia me han contado como separaste el yugo de la lanza sobre el carro de Gordion. Cortaste el nudo gordiano. Tu voluntad

te impulsa irresistiblemente a sobrepasar los límites humanos. Desconfía de la máquina que has inventado no sea que te lleve al sepulcro. El Erebo se extiende también bajo el mar.

Alejandro. – Aristóteles, Nearco...escuchadme: He visto mi ejército hecho andrajos, mis carros atascados, a mis veteranos comer hierba y reptiles y a mis capitanes derrengados frente al espantoso Imaos. Entonces consulté con los augures. Los dioses me cerraron la ruta del Asia insondable y me señalaron la del mar. Para celebrar esa indicación hice construir doce torres en las orillas del Hydaspe. No quiero conquistar el mar, quiero sorprender sus secretos. Homero está equivocado; el mar no es infecundo. ¡Ved estas perlas! Son del mercado de Diridotes, al fondo del golfo. Esos hombres las han pescado

Alejandro ha hecho un gesto y los dos hombres acurrucados se han levantado. El más fornido es un sabio de la Arabia feliz, el otro nació en Taprobante. Ambos son pescadores de perlas. Aristóteles, que ha estudiado en PROBLEMAS la penetración humana bajo las aguas, los interroga y ellos le contradicen. No, el agua no altera el oído y no es necesario que los buceadores se hagan una incisión en las orejas y la nariz. No, la inmersión no provoca desarreglo en las entrañas. No, no se aplican esponjas a sus oídos... Alejandro les interrumpe: acerca de ese último punto se engañan. La idea es ingeniosa; he observado cuando nado profundamente bajo el agua que los oídos sufren con la colisión del mar, a cualquier movimiento impetuoso, esponjas embebidas en aceite y aplicadas a los oídos alivian estos órganos. Pero no he hecho yo traer a estos hombres aquí sino para que cada cual les oiga decir que van desnudos bajo el mar y para que cada cual vea que continúan viviendo. Lo que yo pretendo hacer, lo han hecho ya ellos ya y ¡lo

hizo una mujer! Recuérdaselo, Nearco (...)

Nearco. – La estatua de esta mujer se encuentra en el templo de Apolo en Delfos y Heródoto ha contado su historia. Se llamaba Cyana y su padre era Scyllias. Éste era insuperable en la destreza y vigor que desplegaba sumergiéndose para retirar las riquezas contenidas en las naves griegas o persas hundidas durante los combates marítimos de las guerras médicas. Instruyó a su hija Cyana en su arte y ella lo igualó pronto en sus proezas. Una noche, cuando la tempestad desencadenaba en el mar sus bramidos infernales y hacía trizas los velámenes, padre e hija nadaron hacia los barcos de Jerjes y habiendo cortado, bajo el agua, las cuerdas que sujetaban las anclas, las embarcaciones se precipitaron contra los escollos y se fueron a pique.

Alejandro. – Ya ves Nearco que el mar profundo no es espantoso. Ante él, Cyana no tembló jamás. Cuando Tiro, en su isla, se negó a abrirme sus puertas y la flota del rey Azelmink asesinó a mis mejores hombres de la falange, decidí terraplenar el brazo de mar que separaba la isla de Tiro del continente. Acuérdate, había que clavar pilotes entre los cuales eran arrojados los peñascos, las piedras y los materiales que debían formar un dique de sesenta metros de ancho. Los arqueros hacían caer a nuestros carpinteros fueron entonces buceadores quienes levantaron los pilotes y buceadores los que permitieron el paso de las torres de asalto provistas de máquinas de asedio, de balistas, catapultas y arietes. Observaba yo a la sazón a un auxiliar chipriota que se hacía descender bajo el mar por sus compañeros, con la cabeza y el busto metidos en un dolium. Creí primero que se ponía de ese modo a cubierto de las flechas enemigas. No, aquel hombre había recurrido simplemente al sistema enseñado por Aristóteles...

Aristóteles. – En efecto, cuando se les baja a los buceadores una vasija que se invierte ésta les facilita la respiración. La vasija no se llena de agua, pero conserva el aire. Por otra parte, sólo a la fuerza se la hace bajar en el agua, ya que como la vasija es mantenida muy derecha, por poco que se le incline, el agua entra y se precipita en ella.

Alejandro. – El buceador chipriota respiraba el aire encerrado en el dolium. Así podía permanecer mucho tiempo bajo el agua, trabajar en el fondo del mar y fijar los pilotes del dique. A partir de ese recuerdo imaginé una máquina hecha para explorar yo el mar. Por lo que respecta a esta máquina, Aristóteles, eres tú quien me da confianza en ella, puesto que el principio es bueno; eres tú quien me da confianza en ella, puesto que el principio es bueno; eres tú Diognetus, quien ha vigilado su realización y he visto que has trabajado bien; eres tú, Nearco, quien ocupará un lugar en la misma conmigo.

Era consustancial del carácter de Nearco mostrarse tan reservado cuando no compartía un modo de considerar las cosas, como impetuoso cuando había aceptado una misión. Después del festín nocturno había desterrado de su corazón el temor y la duda y se dedicaba por entero a la ejecución del proyecto de Alejandro.

A pesar del calor y de la fatiga de las tripulaciones los preparativos se aceleraron. Por espacio de tres días y tres noches, el jefe de la flota no abandonó el Melgart, galera fenicia de treinta remos, seleccionada para llevar la máquina de inmersión, y no tomó descanso más que envuelto en su capa encima de un banco de los remeros.

La máquina construida por los carpinteros de Tiro parecía compuesta por dos cymbas amphidromes unidas por las tablazones. Tenía pues, pues, la forma redondeada de un cohombro.

Cuando las planchas de bronce no recubrían madera de roble, la construcción era mantenida y consolidada por un gran número de clavos y ligaduras. Varias capas de betún la revestían completamente, salvo allí donde estaban los orificios redondos provistos de vidrio incoloro, a fin de que pudiera verse la parte de afuera y la amplia abertura inferior por la que se introducía uno en la máquina.

En el interior unos baos sólidos estaban ajustados de un costado a otro y sobre éstos, en la parte más ancha, había instalado un banco. Aristóteles había calculado que entraría una cierta cantidad de agua en la parte inferior de la máquina y era preciso que los ocupantes se colocaran por encima del nivel del líquido.

La máquina de inmersión medía ocho codos de largo por cinco de altura en su parte central. Al amanecer del cuarto día entró en contacto por primera vez con el mar azul y llano.

Los thalamites reunieron en haces, con tiras de cueros, remos escogidos entre los más largos. La máquina fue empujada sobre tres haces perpendiculares a la altura de la borda, engrasados con sebo espeso. Luego el haz central fue retirado progresivamente; los thalamites separaron a continuación los haces exteriores, reteniendo mediante sólidas cuerdas la máquina que fue bajada lentamente hasta la superficie. Se hundió ligeramente y flotó evitando las jarcias que se balanceara de un lado u otro.

Entonces los dos buceadores al servicio de Alejandro, el hindú y el árabe, comenzaron su fatigosa labor con la ayuda de otros buceadores chipriotas y marinos fenicios. Por la abertura inferior sumergida ahora, de la máquina, aquellos hombres introducen un lastre de lingotes de cobre y de las más pesadas piedras recogidas en la costa.

Poco a poco la máquina se sumerge en el mar. Aristóteles ha explicado a Nearco que aquel lastre, por muy pesado que sea, no bastará para arrastrar la máquina hasta el fondo. Contribuirá ciertamente a ello, pero su utilidad es, sobre todo, la de asegurar una buena estabilidad a la navecilla submarina e impedir que se balancee como un tonel. Hay que añadir, pues, otros pesos al exterior. A tal efecto, se coloca en la parte superior redondeada de la máquina una especie de albarda sobre la cual se entrelazan correas destinadas a sostener unos sacos que se llenarán de piedra y lingotes de cobre.

En fin, en las cuatro extremidades de dos gruesas amarras pasadas por encima de la máquina, grandes sacos de cuero contendrán además, cada uno de ellos, una cantidad igual de piedras y lingotes.

Antes de que sean realizadas estas operaciones, Aristóteles pide a un buceador que vaya a encender una lámpara de dos mecheros dentro de la máquina. Cuando el hombre le haya dado cuenta de haber cumplido el encargo, Aristóteles mandará que suban la máquina por encima de la superficie. Estima que en el interior el aire está ya viciado por la respiración de los buceadores que han amontonado allí el lastre. Durante la noche la máquina queda por encima de la superficie y el aire se renueva.

Aristóteles aconseja aprovechar aquella circunstancia para introducir cómodamente en la máquina todo lo que Alejandro y Nearco desean llevarse, vino, una pierna de buey asado, pan, pepinos frescos, lámparas de aceite y túnicas secas.

Entretanto, los buceadores han partido a bordo de una cufa para observar los fondos a los que la máquina será bajada. Con agua, trabajar en el fondo del mar y fijar los pilotes del dique. A partir de ese recuerdo imaginé una máquina hecha para explorar

yo el mar. Por lo que respecta a esta máquina, Aristóteles, eres tú quien me da confianza en ella, puesto que el principio es bueno; eres tú quien me da confianza en ella, puesto que el principio es bueno; eres tú Diognetus, quien ha vigilado su realización y he visto que has trabajado bien; eres tú, Nearco, quien ocupará un lugar en la misma conmigo.

Era consustancial del carácter de Nearco mostrarse tan reservado cuando no compartía un modo de considerar las cosas, como impetuoso cuando había aceptado una misión. Después del festín nocturno había desterrado de su corazón el temor y la duda y se dedicaba por entero a la ejecución del proyecto de Alejandro.

A pesar del calor y de la fatiga de las tripulaciones los preparativos se aceleraron. Por espacio de tres días y tres noches, el jefe de la flota no abandonó el Melgart, galera fenicia de treinta remos, seleccionada para llevar la máquina de inmersión, y no tomó descanso más que envuelto en su capa encima de un banco de los remeros.

La máquina construida por los carpinteros de Tiro parecía compuesta por dos cymbas amphidromes unidas por las tablazonas. Tenía pues, pues, la forma redondeada de un cohombro. Cuando las planchas de bronce no recubrían madera de roble, la construcción era mantenida y consolidada por un gran número de clavos y ligaduras. Varias capas de betún la revestían completamente, salvo allí donde estaban los orificios redondos provistos de vidrio incoloro, a fin de que pudiera verse la parte de afuera y la amplia abertura inferior por la que se introducía uno en la máquina.

En el interior unos baos sólidos estaban ajustados de un costado a otro y sobre éstos, en la parte más ancha, había instalado un banco. Aristóteles había

calculado que entraría una cierta cantidad de agua en la parte inferior de la máquina y era preciso que los ocupantes se colocaran por encima del nivel del líquido.

La máquina de inmersión medía ocho codos de largo por cinco de altura en su parte central. Al amanecer del cuarto día entró en contacto por primera vez con el mar azul y llano.

Los thalamites reunieron en haces, con tiras de cueros, remos escogidos entre los más largos. La máquina fue empujada sobre tres haces perpendiculares a la altura de la borda, engrasados con sebo espeso. Luego el haz central fue retirado progresivamente; los thalamites separaron a continuación los haces exteriores, reteniendo mediante sólidas cuerdas la máquina que fue bajada lentamente hasta la superficie. Se hundió ligeramente y flotó evitando los jarcias que se balanceara de un lado u otro.

Entonces los dos buceadores al servicio de Alejandro, el hindú y el árabe, comenzaron su fatigosa labor con la ayuda de otros buceadores chipriotas y marinos fenicios. Por la abertura inferior sumergida ahora, de la máquina, aquellos hombres introducen un lastre de lingotes de cobre y de las más pesadas piedras recogidas en la costa.

Poco a poco la máquina se sumerge en el mar. Aristóteles ha explicado a Nearco que aquel lastre, por muy pesado que sea, no bastará para arrastrar la máquina hasta el fondo. Contribuirá ciertamente a ello, pero su utilidad es, sobre todo, la de asegurar una buena estabilidad a la navecilla submarina e impedir que se balancee como un tonel. Hay que añadir, pues, otros pesos al exterior. A tal efecto, se coloca en la parte superior redondeada de la máquina una especie de albarda sobre la cual se entrelazan correas destinadas a sostener unos sacos que se llenarán de piedra y lingotes de cobre.

En fin, en las cuatro extremidades de dos gruesas amarras pasadas por encima de la máquina, grandes sacos de cuero contendrán además, cada uno de ellos, una cantidad igual de piedras y lingotes.

Antes de que sean realizadas estas operaciones, Aristóteles pide a un buceador que vaya a encender una lámpara de dos mecheros dentro de la máquina. Cuando el hombre le haya dado cuenta de haber cumplido el encargo, Aristóteles mandará que suban la máquina por encima de la superficie. Estima que en el interior el aire está ya viciado por la respiración de los buceadores que han amontonado allí el lastre. Durante la noche la máquina queda por encima de la superficie y el aire se renueva.

Aristóteles aconseja aprovechar aquella circunstancia para introducir cómodamente en la máquina todo lo que Alejandro y Nearco desean llevarse, vino, una pierna de buey asado, pan, pepinos frescos, lámparas de aceite y túnicas secas.

Entretanto, los buceadores han partido a bordo de una cufa para observar los fondos a los que la máquina será bajada. Con una piedra sujeta a una cuerda han medido la profundidad de aquel paraje considerado como abundante en pescado. La piedra toca el fondo del mar luego que los buceadores han contado catorce orgyes.

A bordo de la galera las últimas maniobras han sido bien ejecutadas. El mar rodea de nuevo a la máquina que se hunde pesadamente. Ante la orden del kéleustes, los remeros someten a ritmo una boga lenta que impulsa a la nave hacia el punto elegido por los buceadores. Sobre el puente Alejandro y Nearco adoptan las últimas disposiciones con el trierarca Diognetus que asumirá el mando en cuanto aquéllos hayan ocupado la máquina. Continúa la calma; no obstante, Diognetus decide echar cuatro anclas para

prevenir los peligros que podrá hacer correr a la galera y a la máquina de inmersión la llegada imprevista de vientos de todo rumbo.

El sol está ya alto en el cielo. Alejandro y Nearco se quitan las ropas, pasan por los haces y, asiendo las jarcias, se dejan deslizar en el mar. Desaparecen, uno tras otro, bajo la superficie.

El hindú, el árabe y los marinos chipriotas se han sumergido también. El hindú sube a la superficie y hace señal de que todo marcha a pedir de boca. Alejandro y Nearco han penetrado en la máquina.

Diognetus levanta el brazo derecho. Los carpinteros y remeros disponibles dejan filar las jarcias que los engrasadores embadurnaran de sebo. Las olas cubren el artefacto, mancha oscura que se deforma y diluye en la profundidad misteriosa, en tanto que los cabos tensos se deslizan a la altura de la borda bajo la mirada de Aristóteles, inmóvil y silencioso.

Por primera vez en la historia del mundo dos hombres, encerrados en una navecilla, respiran y descubren los secretos de los monstruosos reinos submarinos.

Sobre el puente, Aristóteles ha colocado un gnomon caldeo – regalo de Alejandro – tomado del botín recogido en Susa-de-los-mil-tesoros, con las valiosas tablas de astronomía babilónicas. La varilla del gnomon proyecta en el cuadrante la sombra sutil que señala el paso de las horas del día. Sólo Cronos preside ahora la hazaña de Alejandro, émulo de los dioses.

Límpido y transparente como las aguas que embellean a la ninfa Calipso, el mar de Eritrea no opone a la vigilancia de los buceadores ni tinieblas ni furor alguno. Si no pueden distinguir las fabulosas criaturas marinas que rondan cerca de la máquina, los buceadores ven claramente ésta, inmóvil.

Inmóvil, más no sin vida. Aún en el fondo de los

mares, Alejandro disputa a Cronos el gobierno de las horas que acosan el corazón y la mente de Aristóteles, de Diognetus y de los marinos que temen que tan gran número de enemigos desconocidos conspiran para causar la perdición de sus jefes. Alejandro ha llevado consigo en la máquina tablillas duras en las que inscribe mensajes y, regularmente, por la señal que hace agitando una cuerda delgada, los exploradores del mar hacen subir a la superficie los signos según los cuales nada irremediable se ha producido en el seno de las aguas.

El hindú ha gritado de pronto a Diognetus que veía venir hacia él burbujas de aire y que, en las inmediaciones de la máquina, había percibido una violenta agitación. Diognetus le ha ordenado que se sumerja hacia el artefacto. El buceador ha obedecido, permaneciendo inmerso hasta el extremo límite de su respiración: todo parece haberse normalizado. El mensaje de Alejandro, llegado a bordo poco después, no hace mención de nada alarmante.

Más tarde el rubicundo sol ha abrasado el mar y luego se ha sumido en el abismo. El círculo inmenso del mar se ha vuelto muy pálido y glauco. A la hora séptima, después de mediodía, la inquietud y el espanto han reinado a bordo del Melgart, sobre el dorso de la llanura marina con reverberaciones de regueros siniestros. Todo el mundo ha tenido mucho miedo hasta que ha emergido la tablilla rota que significaba que la máquina había de ser izada inmediatamente.

Remeros y carpinteros han halado los cabos y la máquina ha aflorado a la superficie en medio de un gran chorro de gotitas adiamantadas al punto desaparecidas bajo la marejada oscura. Casi inmediatamente aparece Alejandro, sacudiéndose la cabellera

chorreante, con una palidez extremada, como presa de estupor. Haciendo un signo con la cabeza, ha señalado el artefacto. Los buceadores auxiliares han sacado de él a Nearco desvanecido.

Aristóteles echa sobre los hombros de Alejandro una gruesa y larga capa de lana parda en tanto que Diognetus y el kéleustès dan masaje y friccionan a Nearco inerte, sin aliento ni voz. Los thalamites manejan ya los remos y levantan espuma.

En la rada de Guadar la nave ha echado sus anclas en aguas profundas. En la orilla esperan unos guardias empuñando una antorcha. Alejandro ha querido prodigar a Nearco sus cuidados hasta que estuviera bajo su tienda en un lecho preparado diligentemente por los esclavos. Nearco parece librarse lentamente del yugo de un sufrimiento desconocido, en el calor de su cama, bajo las pieles de corderos y cabras amontonadas sobre él.

A un estadio de la torre de madera levantada cerca de las tiendas de los macedonios, tizones de una hoguera adquieren un color rojizo durante la noche. Alejandro no sale de su mutismo sino para ordenar que se amontone leña en el fuego; pronto densas nubes suben hacia el cielo con haces de chispas. Tres ovejas son degolladas y sus despojos palpitantes arrojados a la candelada. El rey que ha establecido su imperio sobre la tierra y bajo el mar da gracias a los dioses.

Al sacrificio cruento añade una oblación extraña que echa a las llamas arremolinadas. Un puñado de perlas que ha observado un instante, pensativo, en su mano abierta. Alejandro parece reflexionar. Luego se ciñe la capa más estrechamente en derredor suyo y con paso rápido vuelve a su tienda.

Aristóteles. – ¿Tiemblas todavía, Alejandro? ¿Te resentirás aún de tu descenso a los abismos y de tu

aventura oceánica?

Alejandro. – No es nada...

Aristóteles. – ¿Y Nearco?

Alejandro. – Está completando el reavituallamiento de su flota. Le he confiado la misión de explorar las costas desconocidas de Arabia hasta el país de los sabeos para buscar allí la pista de los caminos abiertos por Neaco, rey de Egipto, en las riberas del mar Meridional. Zarpa con cien naves y cinco mil hombres de tripulación. Nearco ha alejado las sombras de la muerte. Baldado ayer ha recobrado hoy sus fuerzas y su audacia. Mañana navegará ya cuando se lancen hacia delante Lampos y Faetón, los potros de la Aurora. Sabrá llevar a feliz término esta misión, él que ha triunfado del mar profundo... Aristóteles, ahora que se ha apaciguado la agitación en mi espíritu, deseo contarte cosas creíbles para ti, que serían increíbles para cualquier otro. Escucha... Cuando con la vanguardia del ejército alcancé el Hydaspe, en los confines del mundo conocido, apenas si empezaba a despuntar el día; el río arrastraba aguas vidriosas y por encima de él se elevaban brumas blanquecinas que se estacaban en la otra orilla en bancos opacos. Nuestros exploradores no distinguían nada detrás de aquella niebla. De pronto el sol lo barrió todo y vimos con la luz nueva los lejanos montes cubiertos de nieve, las plantas maravillosas, las flores admirables, los animales extraordinarios y los pájaros de colores brillantes de un mundo nuevo. Durante nuestra inmersión bajo el mar, así fue. ¡El mar infecundo de Homero! ¡Palabras insensatas! Los hombres, Aristóteles, nunca han visto más que agua agitada por el viento, nunca han contemplado más que espumas centelleantes, nunca han estado sentados más que en la tapa del cofre. En cuanto apoyé la frente contra el vidrio transparente, vi como bajo el sol que disipa las

brumas del Hydaspes, un mundo fabuloso. Los cofres del mar desbordaban riquezas vivientes, más asombrosas que los mil tesoros de Susa y ofrecidas a mí envueltas en polvo de oro.

Mira esta tierra desolada y maléfica de Gedrosia. Desde que el mar la cubre todo es fertilidad, belleza, frondosidades vírgenes, exuberancia. Estate seguro, Aristóteles, de que los hombres irán un día a conquistar sus riquezas y apoderarse de ellas. Por los campos de algas pasan manadas de peces a los que otros, enormes, siguen para devorarlos. El fondo del mar está cubierto de conchas, de animales que acaso flores y de plantas que he visto yo transformarse en criaturas animadas, tendiendo sus garras y abriendo sus fauces. Bajo el mar ocurren cosas que mis ojos han visto sin que mi mente pueda comprender su esencia y significado. Todo parece regido por la magia y los caprichos demenciales de dioses monstruosos, de demonios que surgieran delante de mí, cubiertos de corazas brillantes, armados de venablos, espadas y flechas y rodeados de animales repulsivos, acerca de los cuales ninguna imagen podría darte idea. He visto serpientes de ocho cabezas, horribles hidras escamosas, perros-delfines y gigantescas lamias de mandíbulas tan espantosas que parecía oír cómo el mar gritaba y gemía ante ellos como cuando el maestro broncista sumerge en el agua el metal rojo vivo... Una lamia que habría podido tragarse de un bocado al más fornido de mis guardias, se abalanzó sobre nuestro artefacto; todos los lingotes y las piedras de lastre cayeron y la máquina rodó como un tonel hasta el punto que el agua subió al interior y el aire se escapó...

Aristóteles. - Lo vimos. Los buceadores dieron la voz de alarma.

Alejandro. - Ante semejante espectáculo, Aristóteles, me parecía a Ulises inclinado por encima del Erebo, viendo como se juntaban las sombras del país de los muertos y hacía su aparición Perséfone. Creía ser para siempre suprimido de entre el número de los vivos, separado de los seres de la tierra. Presa de estupor debí extender la mano sobre la llama de la lámpara de un mechero para que la mordedura del fuego me recordara que no era aún una sombra perdida entre las sombras. Luego la noche extendió su manto sobre el mar; hubiera querido vencer el miedo, impedir que cediese la audacia de mi corazón, pero Nearco, con el cuerpo y el alma lastimados, parecía perder la vida. Entonces di la señal de vuelta al mundo de arriba...

Tú, Aristóteles, maestro mío, que me educaste en el anhelo de la gloria aquea, acuérdate del canto de Homero:

*¡Deteneos, argivos! Quedaos, hijos de Acaya!
¡Es la madre de Aquiles la que sale de entre las
olas. Acompañada de las diosas marinas!
Vuelve para ver el cuerpo de su hijo ...*

Salido de entre los arqueos he descendido bajo las olas. Siendo así escucha bien mis palabras: no hay diosas bajo el mar, sino demonios de alas negras y monstruos fantásticos que disputarán sus prodigiosos reinos aún ininteligibles a los mortales que sigan un día el camino que yo les he señalado.

(Este relato fue traducido del texto "Histoire sous-marine des hommes", publicado en el año 1961. Citado en la bibliografía)

SEGUNDO RELATO

LA INMERSIÓN DEL TRIESTE

El ser humano alcanza por primera vez la máxima profundidad conocida del piso oceánico.

En el mes de Febrero de 1960, a bordo del Batiscafo "TRIESTE", el Ingeniero Jacques Piccard y el Teniente Don Walsh se sumergen en las cercanías de la Isla Guam (13° latitud 142° de longitud) en la fosa oceánica más profunda conocida; la " Challenger-Deep" alcanzando los 10.916 metros.

"... Dejamos que el agua penetrara en las esclusas. Oí cómo se cerraba en lo alto la escotilla superior. Nos balanceamos durante unos momentos, y luego ví a través del tragaluz como el agua se movía en un sentido y luego en otro con tremenda cadencia. Tanto Walsh como yo estábamos, por completo empapados de agua de los pies a la cabeza, hasta el punto de que en el fondo de la cabina se iba formando un gran charco de agua sobre el tapiz de caucho que, afortunadamente, nos aislaba de los 500 voltios de nuestra batería. El agua empapaba nuestros cabellos y ropas y yo miraba sonriente a Walsh cuando de súbito se hizo un silencio impresionante, la gran calma que anhelábamos tras aquellos cuatro días de remolque. Lancé una rápida ojeada a mi reloj de pulsera y anoté brevemente en el libro de a bordo: "Las 8:23. Comienza la inmersión".

Las dificultades serias: el remolque, las operaciones de superficie, etc., todo quedaba ya atrás o, dicho en otras palabras, técnicamente hablando, la inmersión estaba "casi" terminada. Invaso por un sentimiento de paz y tranquilidad, dejé que el "Trieste" se sumergiera suavemente hacia el fondo. Yo sabía que al cabo de algunos minutos llegaríamos a la capa de

agua fría que los oceanógrafos llaman "thermocline" y que allí nos detendría automáticamente una clase de agua más densa.

Cuando el "Trieste" se detuvo de esta forma aproveché tales instantes para efectuar una rápida inspección de los instrumentos principales y acto seguido, pulsando un botón eléctrico, abrí la válvula de la esencia. Dócilmente, el "Trieste", al sentir la entrada del agua que reemplazaba a la esencia largada, volvió a emprender el descenso. La primera sorpresa de la inmersión fue cuando el batiscafo se detuvo por segunda vez, diez metros más abajo y después volvió a detenerse cuando se sumergió veinte metros más y finalmente se produjo otra súbita detención un poco más abajo.

Cada vez que esto ocurría, me veía obligado a largar un poco del precioso líquido que regulaba nuestro equilibrio. Durante el curso de mis sesenta y cuatro inmersiones anteriores jamás me había tropezado con semejante estratificación térmica. Por fin, a las ocho horas y cincuenta y cinco minutos, el "Trieste", ya en las frías aguas de profundidad comenzó a sumergirse con regularidad. En seguida la velocidad de descenso alcanzó un metro por segundo. Esta era la velocidad que yo siempre había elegido y que confiaba en mantener hasta llegar a una profundidad de 8.000 metros.

A las nueve horas aún nos hallábamos a 240 metros de profundidad. A la velocidad media que hasta entonces llevábamos, es decir, unos 10 centímetros por segundo, ¡tardaríamos más de treinta horas en alcanzar el fondo!

Pero apenas pasamos la capa “thermocline”, el “Trieste” comenzó a acelerar normalmente. En el “exterior” estaba ya todo muy oscuro. Comenzábamos a penetrar en la zona crepuscular submarina y de un instante a otro nos sumergiríamos en la noche abisal.

A 300 metros de profundidad apagué la luz interior de la cabina; apenas distinguía el perfil del depósito del lastre, bajo el flotador, situado a dos metros del tragaluz. Encendiendo el proyector delantero que inmediatamente iluminó el agua brillantemente, nos mostró gran cantidad de materias en suspensión. En efecto, cuando el agua está vacía de toda vida y de todo rastro de plancton es cuando únicamente la luz puede penetrar en ella más profundamente y se hace casi invisible el cono de luz de los proyectores. Manteníamos constante la velocidad de un metro por segundo, mientras el agua ascendía con rapidez al otro lado del tragaluz. Mientras tanto, Walsh no se separaba del teléfono sin hilos. Había tratado en vano de comunicar con el “Wandank” y ahora hablaba con el “Lewis”.

Las nueve horas y veinte minutos: **735 metros** de profundidad. Hace ya casi una hora que estamos descendiendo... En la noche que nos rodea no hemos visto hasta ahora más que un poco de plancton fosforescente. La temperatura del agua ha descendido de repente a 10 grados en cuanto pasamos la zona de la termoclina. El frío comenzaba a invadir la cabina y a penetrar a través de nuestras empapadas ropas. Decidimos cambiarnos de ropa.

Las nueve horas y veintinueve minutos. **1.280 metros** de profundidad. Algunas gotas de agua se filtran una tras otra por uno de los “pasos” de cable que se había probado a altas presiones y demostrara ser totalmente estanco. Sin embargo, yo no ignora-

ba que la cera utilizada había sido endurecida prematuramente y que después de los ensayos de laboratorio, dicha cera no había recobrado aún su consistencia inicial y era menos elástica que el acero de la vaina. Pero, por el momento, podíamos permitirnos el lujo de dejar que se filtraran unas cuantas gotas de agua, sobre todo al principio de la inmersión. Bajo las fuertes presiones de las grandes profundidades, estas “fisuras” se cerrarían por sí solas.

Nos hundíamos más profundamente cada vez en aquella enorme más líquida y ante nosotros, al otro lado del tragaluz, metros y más metros cúbicos de agua, toneladas y toneladas de agua desfilaban incesantemente. De vez en cuando, la oscuridad se interrumpía mediante la aparición de unos cuantos granos de plancton fosforescente. Si encendíamos nuestros proyectores, parecía que el vacío, aquel vacío que pesaba ya 500.000 kilos sobre cada una de nuestras ventanas, parecía aún más impresionante. ¿Peces? Ninguno todavía. ¿Nubes o agrupaciones de plancton? Se veían muy raramente. ¿Crustáceos? Por el momento no se veía ni uno. Entonces, ¿qué había en este mar en el que ahora descendíamos, en este mar, que después de millones de años de ausencia, el hombre conquistaba de nuevo con éxito? Nada, a no ser una gran satisfacción para nosotros, un gran alivio. Si en aquellos instantes hubiéramos disfrutado de algún tiempo libre para pensar, veríamos como la aguja del manómetro desgranaba como si fuese un rosario las grandes etapas de la conquista de los abismos submarinos.

900 metros: profundidad máxima alcanzada por William Beebe en el año 1934 con su batiscafo.

1.080 metros: nuestra primera “gran” inmersión en aguas de Capri y en año 1953.

1-036 metros: profundidad alcanzada por Barton en el año 1948 con su bentoscopio.

1.380 metros: profundidad alcanzada por nuestro primer batiscafo en el año 1948: FNRS 2, con piloto automático.

3.150 metros: nuestra segunda gran inmersión, la de Ponza, llevada a cabo en 1953.

4.050 metros: profundidad alcanzada por nuestra primera cabina, esta vez tripulada por Willm y Houot, cabina que en aquella época fuera cedida a la marina francesa, que aún la emplea actualmente (FNRS 3).

5.500 metros: profundidad alcanzada por Walsh y yo hacía justamente quince días.

Y continuábamos descendiendo. Al pasar los **6.000 metros** ya habíamos alcanzado las grandes profundidades medias del Pacífico. Nos hallábamos sin duda alguna en plena fosa de las Marianas, en el interior de esa trinchera de rocas y cieno que penetra profundamente hacia el centro de la tierra.

Pasados los **7.000 metros**, es decir, franqueada la profundidad máxima alcanzada por Walsh y yo días antes, el "Trieste" penetró de nuevo, por cuarta vez en su vida, en profundidades absolutamente vírgenes, en abismos submarinos adonde jamás había llegado antes ningún ser humano. Una vez en el año 1953, otra en el año 1959, y dos veces en el año 1960, hazaña que no estaba mal del todo para un ingenio mecánico que tanta gente intentó ignorar sistemáticamente, pero que pese a ello, había acabado por triunfar sobre todo escepticismo...

Las once horas y treinta minutos: **8.250**. Seguimos exactamente el plan horario previsto. Ya he largado seis toneladas de lastre para mantener nuestra velocidad dentro de las normas prefijadas. Ahora acabo de frenar un poco el batiscafo porque descendemos

ya a sesenta centímetros por segundo y trato de conservar tal velocidad hasta alcanzar los **9.000 metros**. Miro por el tragaluz delantero: el agua helada pasa ante nosotros como un río que nos flanqueara incesantemente. ¡Cuánta agua! ¡Cuánta agua! El Teniente que me acompaña aún no es mariscal, mas adivino su pensamiento. De vez en cuando pasan ante el tragaluz algunos granos de plancton, pero en conjunto el mar parece hallarse extraordinariamente vacío.

Las once y cuarenta y cuatro minutos: **8.880 metros** de profundidad. Si pudiéramos colocar al Everest boca abajo desde la superficie, su cumbre alcanzaría el punto en el que justamente nos encontramos ahora. El agua aquí es de una sorprendente y cristalina limpidez. No hay ni un solo grano de plancton, ninguna clase de "nubes" submarinas. La luz de los proyectores penetra hasta muy lejos en las aguas, pero éstas son tan claras que apenas se distinguen los clásicos conos de luz.

Mediodía: **9.300 metros** de profundidad. Realizo una primera prueba, por prudencia, para tantear la presencia del fondo con el sondeador acústico. Todavía nada, afortunadamente. Probablemente el fondo se encuentra aún a más de 200 metros descendiendo apaciblemente, a 30 centímetros por segundo.

Nada ha cambiado. Todo se encuentra perfectamente en orden y uno tiene la impresión de que está llevando a cabo una inmersión de rutina. Pero todavía nos encontramos muy lejos de las posibilidades que posee el "Trieste". Su cabina puede resistir una presión dos veces superior a la que ahora experimentamos. Por el momento no soporta más que unas 150.000 toneladas de agua. El flotador, con su sistema de equilibrio de presiones, puede

soportar en principio cualquier clase de presión. Y el lastre que tenemos en los depósitos nos permitirá descender a mucha más profundidad y regresar a la superficie si la fosa de las Marianas fuese mucho más honda, porque aún no había largado siquiera la mitad de mis reservas iniciales. ¿Y el oxígeno? Teníamos existencias para más de veinticuatro horas, y lo mismo ocurría con el álcali. ¡La inmersión podía durar cuanto quisiera!

Construido en acero, plástico, esencia e hilos de cobre, el "Trieste" era para mí mucho más que un simple ingenio mecánico inerte. Era casi una criatura casi viva a la que yo conducía a los abismos desconocidos, una criatura que también me conocía y que colaborara honradamente en el trabajo de la jornada. Sí, por encima de mí, a algunos metros de distancia, entraban toneladas de agua en el flotador, pasaban por la válvula, circulaban por las tuberías de acero y comprimían la esencia cada vez más. Y yo, mientras controlaba todos los instrumentos sentía entrar el agua en el flotador, la sentía como si fuera sangre que circulara por mis venas.

Esta última parte del descenso era lenta. El silencio que nos rodeaba no se rompía más que por el suave silbido de oxígeno que salía por la bombona y que pasaba al inyector. Tanto Walsh como yo no apartábamos los ojos ni un solo instante del sondeador acústico. Pero nada..., todavía nada, todo era normal, puesto que no contábamos con alcanzar el fondo sin antes recorrer 1.000 metros más. Empero, yo no cesaba de controlar el funcionamiento del sondeador: algunos kilos de lastre que inmediatamente partieron hacia el fondo, tuvieron la virtud de trazar una hermosa línea negra sobre el papel cuadriculado. Todo era normal...; aún podíamos seguir descendiendo más.

Pero ahora que nos hallábamos a cerca de 10.000 metros de profundidad y ya casi podíamos con absoluta certeza esperar alcanzar el fondo en breve, surgía una incógnita:

Dietz, que nos ayudaba en superficie desde el "Lewis", me había dicho que existía la posibilidad de que en el fondo de la fosa fuese totalmente diferente a otros fondos conocidos. Me advirtió que no debía, eventualmente, esperar hallar un fondo preciso, bien determinado, y que el fondo de la fosa de las Marianas quizá estuviese formado por una capa impalpable, toda una zona donde la sedimentación sería flotante en su mayor parte y donde la sedimentación sería flotante en su mayor parte, y donde el batiscafo podría, si tal era el caso, penetrar sin ninguna resistencia. ¿Sería posible "descender" en aquella masa extraña, "penetrar" en el fondo en lugar de posarnos simplemente sobre él?.

Los rusos habían anunciado que desde a bordo del "Vityaz" habían tratado, en vano, de fotografiar el fondo a distancia: cada vez que la cámara automática bajaba a fondo no daba más que negativos blancos. Probablemente lo que le ocurría a la cámara era que se hundía en el lodo, sin ninguna resistencia, y, naturalmente, no fotografiaba más que limo.

Pero yo también sabía que el buque inglés "Challenger II" perteneciente a la flota británica, en el año 1951 había obtenido muestras del fondo del mar, situadas a muy poca distancia de donde nosotros nos íbamos a posar. Estas muestras eran una especie de trípoli formado casi exclusivamente por "esqueletos" de diatomeas tropicales, conocidas bajo el nombre científico de "Ethmotiscus Rex". Estos minúsculos animales viven en superficie y después de morir caen en eterna lluvia sobre el fondo del mar. Este género de sedimentación, muy parecida a la misma arena,

tenía forzosamente que formar un suelo duro sobre el cual podría posarse sin dificultad el “Trieste”.

Las doce horas y veintiséis minutos: **9.900 metros** de profundidad: una fuerte sacudida nos sobresalta. Todo el batiscafo vibra como si se encontrara bajo los efectos de un pequeño temblor de tierra. Walsh me mira en silencio. Sus ojos muestran cierta ansiedad, aún cuando el Teniente no abandona su habitual sangre fría. Luego me pregunta:

¿Hemos tocado fondo?

No lo creo -respondí-, porque el aterrizaje tiene que ser tan suave que apenas llegaremos a notarlo.

Durante un instante aguardamos. ¿Qué acabaría de ocurrir? ¿Qué era lo que pudo causar aquella sacudida y aquel ruido sordo? ¿Habríamos chocado con algún animal marino? ¡Estaría bueno! Puesto que descendíamos lentamente, no era necesario frenar más el batiscafo. Sin embargo, controlé cuidadosamente nuestro equilibrio. Nada había cambiado. Presté gran Atención a los ruidos extraños, pero el silencio más impresionante que uno pueda imaginar nos rodeaba. ¿Qué cosa había “explotado”? No, desde luego que no se trataba de los mismos ruidos que habíamos oído en la inmersión anterior. Pero lo importante por el momento era que el batiscafo descendía suavemente, normalmente. Por lo tanto, no había ninguna razón para detenerlo. Ya encontraríamos más tarde explicación a aquel misterio.

Y las agujas de los manómetros continuaban girando sin cesar, aumentando..., aumentando poco a poco. ¡Más de mil atmósferas ya! ¡Más de mil kilos sobre cada uno de los cincuenta mil centímetros cuadrados de la cabina!

Los **10.000 metros** de profundidad hacía rato que estaban sobrepasados. Y todavía continuábamos descendiendo a una velocidad de 30 centímetros por

segundo, 18 metros por minuto; el agua era de una limpidez maravillosa y bajo nosotros enviábamos de vez en cuando haces exploradores de ultrasonidos que aún no nos respondían con su eco desde el fondo.

1.100 atmósferas. Los proyectores hacían brillar el agua por momentos. Todo el mar parecía iluminarse, pero el agua era tan transparente que los conos de luz apenas se distinguían. El fondo del mar ya no podía estar muy lejos. El sondeador acústico ahora ya no se movía. Walsh tenía los ojos clavados en él. Los míos giraban continuamente desde el tragaluz al sondeador y viceversa. A la velocidad que descendíamos, aún cuando el sondeador no nos avisara a tiempo de la presencia del fondo, yo no podría frenar el batiscafo para evitar un “aterrizaje” algo violento o el hundirnos en cieno movedizo.

Las doce y cincuenta y seis minutos. Por fin una línea negra volvió a aparecer en el sondeador: ¡Era el fondo!. Todavía tuvimos un instante de duda. ¿Se trataría verdaderamente del fondo? ¿No sería algún eco secundario, algún parásito acústico del mar, o una broma de los abismos para conducirnos al error? No, no había equivocación. Esta vez se trataba del fondo. De un fondo que se encontraba a 80 metros por debajo de nosotros.

Mientras que con una mano apoyada en el conmutador del lastre me preparaba para el “aterrizaje”, Walsh leía en alta voz nuestra “altitud”, tal y como iba apareciendo en el sondeador:

65 metros...; el eco es muy débil... 60 metros... 45...; ya se observa una línea muy precisa en el aparato.

Aquella línea negra y precisa me proporcionaba ya muchas indicaciones útiles: en primer lugar demostraba que el fondo existía allí cerca más o menos parecido a los que me había posado más de sesenta

veces y además también veía que tal fondo estaba formado por una sedimentación blanda, muy ligera, como la anunciada por el "Challenger II". Y finalmente, veía que el fondo era llano y que, por lo tanto, era evidente que "atterrizáramos" sobre el mismo fondo de la fosa y no sobre alguna de sus paredes o pendientes.

Las trece horas. Ya un vago resplandor "venía" del fondo como si debajo del "Trieste" apareciese una gran fotografía dentro de un baño revelador. Aún no se mostraba bien nítida cuando súbitamente vi aparecer ante el tragaluz un pequeño animal de dos o tres centímetros de longitud. Me pareció un crustáceo de color rojo que nos venía a dar la bienvenida.

10 metros..., 8 metros..., 5 metros... El fondo se veía perfectamente bien. Bajo nosotros se destacaba un círculo brillante iluminado, mientras el "Trieste" continuaba descendiendo a una velocidad que ya no rebasaba unos cuantos centímetros por segundo. Lentamente el círculo de luz se fue reduciendo a medida que nos aproximamos al fondo.

Este estaba formado por una sedimentación ligera y clara; parecía un vasto desierto de color marfileño; evidentemente se trababa de una capa o trípoli de diatomeas y era lo suficientemente consistente para que en él apoyara la guía. Durante un instante, y apoyado sobre este cable que no pesaba más de veinticinco kilos, el "Trieste" flotó entre dos aguas y después, gradualmente, a medida que la esencia del flotador se refrigeraba aún más, las 150 toneladas que desplazábamos y que entonces no pesaban más que algunos kilos, conquistaron definitivamente las grandes profundidades. Eran exactamente las trece y seis minutos cuando el "Trieste" se posó en el fondo de la fosa de las Marianas, casi a 11.000 metros de

profundidad. En el momento de tocar fondo se elevó en el agua una ligera nube de sedimentación, permitiéndonos así apreciar mejor la finura de este extraordinario sedimento. Allí no se veía por ninguna parte ni una sola tobera, excavaciones tan clásicas en las profundidades pequeñas y medianas, aún cuando se observaban sobre el suelo algunas irregularidades muy ligeras. Pero sobre todo, por encima de todo, tuvimos la inmensa suerte de ver, en el preciso momento en que "atterrizábamos", un pez, un pez que apareció durante un segundo, más tras años y años de espera y preparación, podíamos responder ya a la pregunta que se hacían miles de oceanógrafos, a la pregunta que llevaban haciéndose año tras año. La vida bajo una forma quizá superiormente organizada, era posible en aquellas profundidades del mar. Se trataba probablemente de un pez muy espinoso, como el lenguado, y tendría unos 30 centímetros de longitud por unos 15 de anchura.

Eran las trece horas y seis minutos; los manómetros indicaban 1.156 atmósferas. Esto teniendo en cuenta la salinidad del agua, su compresibilidad, su temperatura media y la gravitación en aquella latitud, correspondía a una profundidad no de 11.650 metros como la Prensa anunció más tarde, sino a 10.916 metros, teniendo en cuenta que los últimos dieciséis metros son terriblemente "teóricos". Por lo tanto, será más exacto decir que la profundidad alcanzada fue la de 10.916 metros a cuya cifra puede añadirse o restarse la cantidad de 50 metros más.

Mientras tanto, el pez había desaparecido. Pero aquel espectáculo, la visión de aquel pez, no se me olvidaba tan fácilmente. Lo que más me extrañaba eran sus dos grandes ojos, unos ojos llenos de curiosidad que figuraban ambos lados de su cabeza. ¿Pero qué podrían servir aquellos ojos en aquella

oscuridad absoluta, integral?. Por otra parte era una pregunta clásica en zoología. Allí, en aquella zona tan profunda y oscura, aquellos ojos, si veían, cosa que sería menester demostrarla, serían en todo caso para atrapar el plancton fosforescente que evidentemente vivía también en aquellos parajes. Pero al apagar los proyectores y observar atentamente los alrededores a través del tragaluz, no ví el menor rastro de bioluminiscencia cercana al fondo. Esto no quiere significar que más lejos de nosotros no la hubiese tampoco. Aquel pez no pareció asustarse en absoluto por nuestra presencia. Resistió perfectamente bien el baño ultravioleta con que durante un instante le obsequiaron nuestros proyectores. Pero no nos dio a entender si había advertido o no nuestra presencia. Al cabo de un momento, muy lentamente, nadando a muy poca distancia del fondo de cieno, se alejó de nuestro campo visual. Unos instantes después vimos un hermoso langostino, de color rojo oscuro, pasar apresuradamente ante el tragaluz y a algunos pies de distancia del fondo.

Así, pues, la inmersión había sido un completo éxito. Tras muchos años de trabajo, de diferentes pruebas y de muchas investigaciones, luchando siempre con la desconfianza de ciertos medios y con la indiferencia, la incompreensión y hasta los celos profesionales, sin dejar a un lado las continuas dificultades financieras, finalmente habíamos tenido la oportunidad de obtener poco a poco el concurso de colaboradores perfectos, devotos, en fin, tuvimos la suerte de trabajar en compañía de la poderosa flota americana que se encargó de poner todo a punto para que tal inmersión llegase a ser una auténtica realidad. Y por último nosotros estábamos satisfechísimos de haber tocado aquel fondo, muy contentos de haber llegado al final de nuestro objetivo y

nos sentíamos felices por haber visto aquel pez, cuya presencia ante nuestros tragaluzes justifica por sí sola todos aquellos años de trabajo.

-¡"Wandank", "Wandank", aquí el "Trieste"...; nos encontramos sobre el fondo de la "Challenger Deep"!...

Tras haber transcurrido unos catorce segundos aproximadamente, escuchamos estupefactos una voz clara, admirablemente clara que nos respondía:

-Aquí el "Wandank"... "Trieste"... "Trieste"... ; les oímos perfectamente bien, claramente, pero quizá un poco débilmente...

Y así sostuvimos una conversación. La primera conversación del mundo sostenida desde aquella profundidad submarina y la superficie. Anunciamos que llegaríamos a la superficie alrededor de las cinco de la tarde aproximadamente, lo que nos dejaba un margen suficiente para remontarnos antes de que se nos echara encima la noche, porque ya sabíamos que no habíamos derivado casi en absoluto y que los navíos nos recogerían tan pronto emergiéramos. Decidí por tanto permanecer en el fondo de la fosa de las Marianas media hora. Me parecía tiempo suficiente para proceder a llevar a cabo las observaciones proyectadas. La temperatura del agua era de 2,4° C. Casi helada, esta agua venía directamente del Polo. Pero ¿a qué velocidad? ¿Era aquella agua la que el "Nautilus" había atravesado hacía año y medio bajo los bancos de hielo? Era muy probable que aquella agua no se renovase sino lentamente, muy lentamente. El pez que acabábamos de ver era una confirmación suplementaria de la presencia de oxígeno en lo más profundo del mar. Y como tal oxígeno no podía venir más que de la superficie, también quedaba aclarado el hecho de que en el agua tenían que existir corrientes de composición vertical para transportar

desde muy lejos, con probabilidad desde las regiones polares el agua de superficie rica en oxígeno.

Todavía nos quedaba por hacer una medición importante: ante la petición del profesor De Marco, de la Universidad brasileña de Sao Paulo, me había llevado conmigo algunas placas sensibles que expuse de forma determinada para que registraran eventuales radiaciones atómicas. Por el momento no pude ver los resultados, pero después de la inmersión, al compararlas con las placas “testigo” que igualmente llevaba el “Trieste”, el profesor H. Bradner, del Laboratorio de Radiaciones de Berkeley, comprobó que en tales placas no existía irradiación alguna.

Durante veinte minutos permanecimos en el fondo observándolo cuidadosamente, escrutándolo apasionadamente, por turno, a través del tragaluz delantero. La nube de sedimentación que se había levantado a nuestra llegada, se fue desvaneciendo poco a poco, y ahora el fondo aparecía compacto y regular. Hasta la distancia que alcanzaba nuestra vista era un fondo llano y claro en el que de vez en cuando se observaban pequeños “movimientos de tierra” que podrían ser causados por los peces que nadaban casi pegados al fondo. Pero no veíamos por ninguna parte ni toberas ni otras clases de orificios como nos había ocurrido en inmersiones precedentes.

Decidí remontar a la superficie con objeto de dar al equipo de los buques tiempo suficiente para ayudarnos. Por otra parte, el tiempo que pensábamos permanecer en el fondo, prácticamente había transcurrido ya.

Con los ojos aún clavados en aquel fondo, que sin duda pasaría mucho tiempo sin volver a ver, hice girar el conmutador del lastre y a continuación una lluvia de perdigones de hierro se abatió sobre el fondo. Una magnífica nube, como un gran cúmulo, se elevó

inmediatamente envolviéndonos e impidiendo toda vista del exterior. El batiscafo se movió y atravesó rápidamente aquella nube de esqueletos de diatomeas. Durante unos segundos contemplamos aquel espectáculo único, grandioso, que probablemente no volverían a contemplar más mis ojos: dos proyectores, el delantero de la cabina y el de la parte de atrás iluminaban el fondo maravillosamente bien. La pesada nube de sedimentación daba vueltas bajo nosotros como si fuese una tempestad próxima a estallar a nuestros pies, mientras los bordes blancos y azules de la espesa nube prestaban por primera vez relieve a la monotonía del fondo del mar.

Pero muy pronto la masa nubosa desapareció del alcance de nuestra vista. No hizo falta más que largar unos centenares de kilos de lastre para que el batiscafo aumentara más su velocidad... 20..., 30..., 50..., 100 metros..., ya nos hallábamos a unos cien metros del fondo. El agua era muy azul, límpida, y el proyector seguía enviando su poderosa luz hacia abajo, ¿hacia abajo? Sí, en efecto, allá abajo el mar volvía a cerrarse en su silencio de eternidad, de oscuridad e inmovilidad, aquella inmovilidad que había trastornado nuestra llegada por primera vez desde que el mar era mar y desde que el hombre vivía sobre la tierra.

Lentamente las 150 toneladas del “Trieste” remontaron sobre la superficie...”

(Este relato se ha traducido y adaptado a partir del texto “Profondeur 11.000 metres, publicado en 1962. Citado en la Bibliografía)

TERCER RELATO

LA BÚSQUEDA DEL YORKTOWN

ROBERT BALLARD, explorador submarino que encontró los restos del "TITANIC" y un grupo de colaboradores buscó y encontró los restos de Portaviones Norteamericanos y Japoneses hundidos durante el Combate Naval de Midway en las cercanías del Atolón del mismo nombre ubicado en los 180° de longitud y los 30° de latitud Norte en el Océano Pacífico.

"Hemos navegado por el Pacífico durante cuatro días en busca de los buques perdidos durante una batalla crucial para la segunda guerra Mundial en Midway. El combate condujo al hundimiento de cinco portaaviones y para encontrar a los navíos que yacen a una profundidad de más de 5 Km. Zarpamos de Midway hacia el lugar donde tal vez se encuentra el portaaviones estadounidense Yorktown, que parece hallamos al fin.

La buena nueva viene de una red de líneas que aparece en la cuadrícula computarizada del fondo submarino, a unos cinco mil metros de profundidad. Karen Sender, del Grupo de Investigación y Cartografía de la Universidad de Hawai, realizó un rápido análisis del bulto que emergía de dicha trama y que bien podría ser la tumba del portaaviones estadounidense Yorktown.

Los cartógrafos marinos de Hawai trabajan con el MR-1, un dispositivo en forma de torpedo que transmite y registra señales que rebotan en el fondo marino. Luego las computadoras convierten las ondas en márgenes de video o impresiones que nos muestran el lecho oceánico. En algún lugar, allá en el lecho, se encuentran el Yorktown y los cuatro portaaviones japoneses hundidos en junio de 1942.

El 2 de mayo de 1998, nuestro barco comenzó a remolcar el MR-1 en un patrón de trayectos paralelos que abarcaba cada metro de un campo de exploración de 35 por 15 km: casi tan grande como los campos combinados del Titanic y el Bismarck. Para el 5 de mayo, nuestro mapa del campo de exploración había sido cubierto por una red de líneas generadas por una computadora y mis propios trazos. A partir de una impresión superpuesta en un mapa del área, dibujé una trama de líneas cruzadas que muestran el desarrollo de la búsqueda. Al comparar mis trazos con la información del sonar, Karen detectó un objeto de aproximadamente 245 m de largo y 13 m de altura, que bien podría ser una proyección del fondo marino; sin embargo, el bulto tenía casi la misma extensión del Yorktown y la altura podría corresponder si el portaaviones terminó por hundirse en posición vertical en el cieno.

He decidido recoger el MR-1 y lanzar el vehículo anclado avanzado (ATV) de la Marina: un sumergible automatizado, con peso de 6,800 Kg., que puede descender hasta 6 mil m mediante un cable que a su vez contiene el cableado de control. Desde una cabina ubicada en la cubierta del Laney Chouest, un piloto y su copiloto maniobran el ATV y controlan el video y las cámaras fijas montadas en el ATV.

El primer viaje del ATV en busca del Yorktown fue un fracaso, pues a los 1,500 m de profundidad el cable de anclaje se fracturó y el agua ocasionó un corto en el cableado eléctrico. Las reparaciones tardaron 24 horas.

Cuando terminó la espera, en la bovedilla de la cabina, una docena de marinos estadounidenses se

preparaba para volver a lanzar el ATV que, en esta ocasión, alcanzó los 4,750 m, 300 m sobre el fondo marino y el bulto aludido. Allí ocurrió el apagón.

Dos grandes paquetes de instrumentos de vidrio sufrieron una explosión y la fuerza de las ondas de choque sacudió al ATV, golpeó las cámaras, dañó los tableros de las computadoras y desconectó el sonar. Mientras el equipo de la Marina trabajaba sin descanso para reparar el ATV, enfilamos a una nueva área situada como a 300 Km. al noroeste de Midway, donde se hundieron tres portaaviones japoneses: el Akagi, el Kaga y el Soryu (el cuarto, llamado el Hiryu, se encuentra como a 115 Km. al norte).

Después que el MR-1 localizó dos posibles objetivos, subimos el dispositivo a bordo y enviamos el ATV que, tan pronto como tocó el agua, sufrió un desperfecto en la unidad hidráulica y perdió el 60 por ciento de su potencia, por lo que tardó ocho horas en llegar al fondo; una vez allí, tuvimos que remolcarlo en reversa. Tras varias horas de lenta exploración, la unidad de sonar comenzó a emitir señales y, por primera vez en varios días, experimenté la emoción de un descubrimiento.

La señal del sonar se volvió más intensa en la cabina de control, indicando la proximidad de nuestro objetivo. Justo cuando estaba casi convencido de que por fin habíamos encontrado un barco, apareció en la pantalla el perfil irregular de una roca; del mismo modo, el segundo objetivo resultó ser un montículo de roca volcánica. Después de varios días de exploración, sólo habíamos encontrado piedras. Abandoné la cabina de control y fui a cubierta para pasar unos momentos a solas con mi frustración.

Se iban terminando el tiempo y el buen clima, así que regresamos al campo de exploración del Yorktown. El ATV descendió pero no hasta el fondo

pues, una vez más, el sumergible sufrió una falla... Otra espera de 24 horas.

Por fin, la mañana del 19 de mayo, el ATV llegó al fondo marino (una profundidad de 5,075 m), cerca del sitio donde se encontraba el bulto. De pronto, el sonar comenzó a emitir señales en la cabina de control y, casi al mismo tiempo, el monitor mostró algo que no parecía de particular importancia: unas cuantas bolas de barro. Pero de inmediato las imágenes del Titanic me vinieron a la mente y me di cuenta de que aquellos cuerpos eran las salpicaduras de un gran impacto. Reconocí el borde de un cráter de choque y el sonar empezó a dibujar la imagen de lo que parecía una cubierta de vuelo. A pesar de la emoción experimentada, pensé con amargura que bien podría tratarse de otro hallazgo fallido.

El ATV se aproximó al bulto, elevándose con lentitud; sus luces y cámaras estaban en perfecto estado de operación. Puedo ver el borde de un oscuro orificio rodeado por la superficie plana de una cubierta: el hueco de un ascensor. Ahora veo la superestructura del barco (la isla) y sé que hemos dado en el blanco. Estamos en la popa de un portaaviones: hemos encontrado el Yorktown."

(Este relato, se ha adaptado del texto "El hallazgo del Yorktown" de Robert Ballard, publicado en Abril de 1999, en la revista mensual "National Geographic")

BIBLIOGRAFÍA

- Abderhalden, E., *Vitaminas y Vitaminoterapia*, Sociedad Médica, España, 1971.
- Andersen, N., *Chemistry of the ocean*, Editorial Nelson, Londres, N°98, 1970.
- Antier, Jean-Jacques: *Histoire Mondiale du Sous-Marin*, Editorial Robert Laffont, Paris, 1968.
- Anuario Hidrográfico de la marina de Chile*, Tomo 22, 1900.
- Bagrow, L., *Hystory ef Cartography*, Editorial R.A. Skelton Watt & Company, Londres, 1964.
- Bailey, H., *El Viaje del Challenger*, Editorial Scientific American Blume, Madrid, 1978.
- Ballard, Robert, *The Eternal Darkness*, Princeton University Press, Nueva Yersey, 2000.
- Barjot, Alt J., *Histoire mondiale de la marine*, Editorial Librairie Hachette, Paris, 1958
- Bates, Robert y Walter, L., *Geology :An Introduction*, Editorial D.C. heath & company. Boston, 1966.
- Beaglehole, J., *The Life of Captain James Cook*, Editorial Adam y Charles Black, Londres, 1974
- Beebe, W., *Preliminary account of sea dives in the bathysphere with especial reference to one at 2.200 feet*, Proc Natl. Acad. Sci., EEUU, 1934.
- Beebe, W., *A half mile down*, Natl. Geogr. Magazine. Princeton, Nueva Yersey, 1935.
- Boardman, John: *The Greek Overseas*, Editorial Penguin Books Ltda., Hardmonds Word, Inglaterra, 1975, pp. 285
- Boucart, Jacques, *Geographie du fond des mers*, Editorial Maritime, Paris, 1949.
- Buchsbaum, Ralph, *The life at Sea*, State of Oregon, Eugene, Oregon, 1958.
- Buitrago, Joaquín, *La Historia de la Oceanografía*, Editorial Soc. Ci. Nat. La Salle, 1996, Tomo LVI, Caracas, Venezuela, 1996.
- Cailleaux, André: *Histoire de la Geologie*, Editorial Presses Universitaires de France, Paris. 1961.
- Caratini, Roger: *Alejandro Magno*, Editorial Plaza Janes, Barcelona, España, 2000.
- Carozzi, A, *Apropos de l origine de la Theorie des derives continentales*: G.R. Seances Soc. Phys. His. Nat. Ginebra, 1970.
- Carson, R., *The Sea around us*, Oxford University Press, 1951.
- Cdte. E. Beach, *Submarine*, Editorial Press de la Cite, París, 1952.
- Cdte. Ives Costeau, *Les Meilleurs recit du monde submarine*, Editorial Laffont, 1962.
- Cdte. J. Cousteau, *Le Monde du silence*, Editions de Paris, 1962.
- Cdte. T. Sanguinetti, *Atome et batailles sur mer*, Editorial Hachette, París, 1965.
- Charlier, H. y Charlier, P., *Mattew Fontaine Maury, Cyrus Field and the physical geography of the sea*, Editorial Maxwell Macmillan, Toronto, N° 16, 1970.
- Charnock, H., *H.M.S Challenger and the development of marine science*, Journal of Navigation, N° 26, Londres, 1973.
- Chevalier, Jacques: *Historia del Pensamiento*, Tomo III Editorial Aguilar, 1963.
- Cohn, Norman: *Cosmos, Chaos and the World to Come*, *The Ancient Roots of Apocalyptic Faith*, Yale University Press, New Haven, Estados Unidos, 1993.

Collinder, P., A history of man and navigation, Editorial Martin Press, Nueva York, 1955.

Cottler, J. y Jaffe, H., Map Makers, Little Brown Company, Boston, 1939.

Cowen, Robert, Frontiers at Sea, Editorial Doubleday and Co., Nueva York, 1961.

Cristóbal Colón, Los cuatro viajes. Testamento, Alianza Editorial, Madrid, 1986, pp. 51

Dawson, Christopher: The making of Europe. An introduction to the history of European unity, Editorial Cristina Scott, Esmond Court, Londres, 1970.

De Brossard, Maurice, Histoire Maritime du monde, Editorial France -Empire, Paris, 1974.

De la Croix, Robert, Des navires et des Hommes. Histoire de la Navegation, Editorial Fayard, Paris, 1968.

Diole Philippe, The Undersea adventure, Editorial J. Messen Inc., Nueva York, 1953.

Edvalson, F. M., Sea floor, names. In Principle and practice, 10th Pan-American Institute of Geography and History Symposium, Boston, 1965, pp. 756-804.

Entralgo, Lían, Panorama histórico de la ciencia moderna, Ediciones Guadarrama, Madrid, 1962

Fage, L. Les campagnes scientifiques de bathyscahe F:N:S:S 1954-1957, Ann Institute Ocanogr., Paris. N° 35. 1956.

Fieldhouse, David. K., Los Imperios Coloniales desde el siglo XVIII, Editorial Siglo veintiuno, Vol. 29, 1984.

F, Kearney, Origins of the Scientific Revolution, Editorial Goodfield, Londres 1969.

Foex, Jean-Albert, Histoire sous-marine des hommes, Editorial Robert Laffont, Paris. 1961

Frances y Walter Scott, Exploring Ocean Frontiers, Editorial Parent's Magazine Press, Nueva York, 1970.

Goldstein, Thomas, *Dawn of Modern Science*, Editorial Houghton Mifflin Company, Boston, Massachusetts, 1980.

Gómez Espelozin, Javier: El descubrimiento del Mundo, Geografía y Viajeros en la Antigua Grecia, Editorial Akal, Madrid, España, 2000.

Gould, R. T., 1923, The Marine Chronometer, J.P., Potter, London. 1923.

Grenfell, Price, A., Los viajes del Capitán Cook (1768-1779), Editorial del Serbal, España, 1985.

González, Francisco José, Astronomía y Navegación en España, siglos XVI a XVIII, Editorial MAPFRE, 1992, pp. 76

Guberlet, Muriel, Explorer of the Sea, Editorial Ronald, nueva York, 1964.

Gutbrod, Kart. et al: *Historia de las antiguas culturas del mundo*, Editorial del Serval. Barcelona, 1987.

Hallan, A., A Revolution in the Earths Sciences, From Continental Drift to Plate Tectonics, Oxford University Press, 1976.

Hallan, Anthony, Great Geological Controversias, Oxford University Press, 1985.

Harland, William, The origin of continents and ocean: an essay reiew, Geol. Mag. N° 106, 1969.

Herdman, William, Los fundadores de la Oceanografía y sus tareas, Editorial, Edwin Co, i923

Herdman, W. A., The Founders of Oceanography and their work, Editorial Penguin Books, Nueva York, 1969.

Heródoto, Los nueve libros de la historia, Editorial Porrúa, 1974.

- Herrmann, Paul, Audacia y heroísmo de los descubrimientos modernos. De Colón al siglo XX, Editorial Labor, Barcelona, 1958, pp. 277-278.
- Hesiodo, Teogonía: Los trabajos y los días, Himnos órficos y otros, Editorial Porrúa, México, D.F., 1974.
- Hess, H., History of Ocean Basin, Editorial Engel Geological Society of America, Boulder Colorado, 1962.
- Hourani, Albert: La historia de los Árabes, Editorial Printing books, Argentina, 2004.
- Ibn Jaldun: Introducción a la historia universal (Al-Muqaddimah), Fondo de Cultura Económica, México, 1987.
- Idyll, C., The Science of the sea, a History of Oceanography, Editorial Nelson, Londres, 1970.
- James Cook en: John Hawkeswoth, Relación de los viajes emprendidos para realizar descubrimientos en el Hemisferio Meridional. Viaje de Cook, Traducción de R. Ferrando, Editorial Aguilar, Madrid, 1957.
- Jeffreys, H., The Earth: its origin, history and physical constitution, Cambridge University Press, 1924.
- Kearny, Hugh, Orígenes de la ciencia moderna 1500-1700, Ediciones Guadarrama, traducción de Juan José Ferrero Blanco, 1970.
- Kearney, Hugh, Science and Change. 1500-1700, Editorial Harper, Boston, 1968.
- Lewis, Bernard: *The Arabs in History*, Editorial Harper Tofchbooks, Nueva York, 1960.
- Linklater, Eric, The voyage of the Challenger, Editorial George Rainbird Ltda., Londres, 1972.
- Lloyd, Aland, Los relojes usados por Cook en su expedición del Endeavour, Endeavour, Vol. X, N° 40, 1951.
- Martínez-Hidalgo, José, M., Enciclopedia General del Mar, Tomo 3. Editorial Garriga, Barcelona, 1968.
- Matthews, William, Invitation to Geology, The Natural History Press, Nueva York, 1971.
- Matkin, Joseph, At sea with the Scientists, Editorial P. Redbock, University of Hawaii, 1992
- Merekovski, Demetrio, Leonardo da Vinci Editorial Diana, México, 1953
- Mordal, J., Vingt -cinq siecles de guerre sur mer, Editorial Laffont, París, 1959.
- Moreno, Alberto, Alexander Agassiz, Editorial Appleton Encyclopedia, 2001.
- Morgan, J., Rises, trenches, great faults and crustal blocks, Journal Geophysical, Research 73, 1968.
- Muir, J. B., The life and achievements of Captain Cook, Editorial R.A. Skelton, Londres, 1939
- Picard, Auguste, Earth, Sky and Sea, Editorial Oxford Press, 1956.
- Piccard, Jacques, Profondeur :11. 000 Metres, Editorial Athaud, Paris, 1962.
- Rae, Julia, Captain James Cook Endeavour's, Editorial Stepney Historical Trust, Londres 1997.
- Reussener, A., La Puissance navale dans l'histoire, Tomo I., Editorial Maritimes, Paris, 1951.
- Rex y Thea Rienits, Captain Cook Endeavours, Editorial Stepney Historical Trust, Londres, 1968.
- Richard, Pamela, The Notebooks of Leonardo da Vinci, Editorial Spectrum, Boston, 1972
- Rivera Novo, Belén y Martín Meras, Luisa, Cuatro siglos de cartografía en América, Editorial MAPFRE 1991.
- Robson, John, Captain Cook's World, Random House, Australia, 2000

Runciman, Steven: Historia de las Cruzadas, Alianza Editorial Tomo I Madrid, 1973 y Evans, Joan: *Historia de las civilizaciones*, La Baja Edad Media, tomo VI, Alianza Editorial, 1988.

Runcorn, S., Continental Drift, Academic Press, Londres, 1962.

Russel, F., y Yonge, C., The Seas, our knowledge of life in the sea, and how it is garnered, Editorial W. Norton y Co., Nueva York, 1944.

Russo, F: Histoire des sciences et des techniques, Editorial Bibliographie, París, 1954

Samarkin, V.; Geografía histórica de Europa Occidental en la Edad Media, Traducción de Luis Nieto de Gregorio, Editorial Akal, Madrid, 1976.

Sambursky, S.: El mundo físico de los griegos, Alianza Editorial, Madrid, 1990.

Sarton, George: A History of Science. Ancient Science through the Golden Age, Vol. I, Harvard University Press, Cambridge, Londres, 1952.

Sarton, George: A History of Science. Hellenistic Science and Culture in the last three Centuries b. C., Vol. III, Harvard University Press, Cambridge, Estados Unidos, 1959.

Servicio hidrográfico de la Armada Chilena, 10 años de oceanografía institucional a bordo del Agor Vidal Gormaz., Valparaíso, 2003

Sir Edward Bullard, El proyecto Mohole, Endeavour Vol. XX, N° 80, 1961.

Sir Harold Spencer Jones, Historia del cronómetro marino, Endeavour, Vol. XIV N° 56, 1955.

Sir John Murray, Alexander Agassiz: His life and Scientific work, Editorial National Oceanic, Atmospheric Administration, NOAA. Boulder, Colorado.

Snider-Pellegrini, A., La Creation et ses mysteres dévoiles, Editorial Franck y Dentu, París, 1858.

Stokes, William, Essentials of Earth History: An Introduction to Historical Geology, Englewood Cliffs, Nueva Yersey, Prentice-Hall, 1966.

Talbot Rice, David, Historia de las civilizaciones, La Alta Edad Media, Tomo V, Alianza Editorial, Madrid, 1988

Taylor, F.B., Bearing of the Tertiary mountain belt on the origins of the Earth's plan. Bull. geol. Soc. Amer., N° 21, 1910.

Tikhomorob, V., Towards a history of Geology, Editorial Schineer, MIT Press, 1969.

Vallaux, Camille, Geographie Generale des Mers, Editorial Press de la Cite, Paris, 1950.

Van Waterschoot van der Gracht, Theory of Continental drift: a Symposium, Ame. Asoc. Petrol. Geol, 1928.

Vine, F.J., Spreading of the ocean floor: new evidence, Science 154, 1966.

Wegener, Alfred, El Origen de los Continentes y Océanos, Editorial Pirámide, 1983.

ÍNDICE

ÍNDICE

Presentación	5
I Primera Parte	12
El amanecer de la exploración submarina	12
El mito	15
El mundo griego	16
El Helenismo	18
Alejandro el Grande	20
II Segunda Parte	21
Orígenes de la Ciencia Moderna	21
El aporte del Islam	22
La ciencia en la Edad Media	27
Los primeros viajes oceánicos	30
El Renacimiento: Leonardo da Vinci	36
La Cartografía Náutica	40
III Tercera Parte	43
El desarrollo de las ciencias naturales en los inicios de los imperios coloniales	43
Los inicios de la Oceanografía	47
La contribución del Capitán Cook	49

IV Cuarta Parte	67
Se inicia la exploración submarina	67
El desarrollo de las ciencias de la Tierra	71
Los primeros sondeos en el mar profundo	73
La vida en las grandes profundidades	76
Los fundadores de la Oceanografía	82
El viaje del Challenger	93
Los inicios de la exploración sistemática	100
Los inicios en Chile	109
V Quinta Parte	115
Hacia las mayores profundidades	115
La observación directa del fondo marino	121
Se alcanza la máxima profundidad oceánica	127
La Gran Revolución	132
Los desarrollos modernos	144
Conclusión	150
Anexos	153
Primer relato: Alejandro El Magno explorador submarino	153
Segundo relato: La inmersión del Trieste	162
Tercer relato: La búsqueda del YorkTown	173
Bibliografía	