



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
FACULTAD DE CIENCIAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FILOSÓFICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

**1000 MILLAS NÁUTICAS: FILOSOFÍA DE LAS PRÁCTICAS
OCEANOGRÁFICAS A BORDO DEL BUQUE “EL PUMA”**

TESIS QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE MAESTRÍA EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA
PRESENTA:

ARMANDO ALONSO PÉREZ PÉREZ

TUTORES

DR. FRANCISCO VERGARA SILVA (Instituto de Biología, UNAM)
DRA. VIVETTE GARCÍA DEISTER (Facultad de Ciencias, UNAM)

Ciudad Universitaria, Cd. Mx. enero de 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Para



ἐπὶ τὸ πολὺ πέλαγος τετραμμένος τοῦ καλοῦ

[...atravesando el gran mar de lo bello]

Πλάτων

Y para los pioneros de la
Oceanografía en México.

ÍNDICE

Agradecimientos	4
Introducción	7
Capítulo 1. Oceanografía	
I.1 Dimensiones contemporáneas de la Oceanografía.....	14
I.1.1 <i>Mathesis</i> oceánica: elementos para una razón acuática.....	16
I.1.2 Configuración disciplinar: objetos oceanográficos y alcances explicativos.....	19
I.1.3 Exploración y explotación: el marco general de la finalidad de la Oceanografía.....	22
I.2 Buques-escuela en la historia de México: índices para la creación del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM.....	24
I.2.1 «La Marcha al Mar»: del anteproyecto nacional al imperativo internacional.....	26
I.2.2 Antecedentes directos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM.....	28
CAPÍTULO 2. Filosofía y etnografía de las prácticas oceanográficas en altamar	
II.1 El diálogo entre filosofía y ciencia.....	31
II.1.1 Organización mínima a bordo del B/O “El Puma”	
II.1.1.1 Distribución espacial.....	34
II.1.1.2 Localizaciones relevantes.....	34
II.1.1.3 Vocabulario mínimo.....	35
II.1.1.4 Organización funcional de la tripulación.....	36
II.1.2 Características generales de la campaña oceanográfica.....	41
II.2 Identidades en la Oceanografía: algunos apuntes.....	42
II.3 Recursos materiales: la importancia del CTD.....	47
II.4 Espacios de práctica-conocimiento: contornos de la indagación.....	51
II.5 Interacciones sociales en altamar.....	54
II.6 Navegación en la Oceanografía: entre cambios tecnológicos.....	59
II.7 Virtudes epistémicas a bordo.....	64
Conclusión	72
Bibliografía	78
Anexos	83

AGRADECIMIENTOS

El inicio de este trabajo fue en 2013 –un año antes de iniciar la maestría– cuando me decidí a tomar clases de oyente en la Facultad de Ciencias en la UNAM.

De esa primera incursión, agradezco a Leonor Ceballos y Fernando Olvera. Su clase de *Biología General* fue un primer asomo a las temáticas de mi interés. Mi primera práctica de campo con ellos, en la Cantera Oriente de CU, reforzó mi convicción inicial. Por las mismas fechas me involucré en el seminario PhiBio de la UAM Cuajimalpa; entablé allí conversaciones con Maurizio Esposito y, por suerte, se repitieron lo suficiente como para que hoy sea un lector distinguido de mi escrito.

También, en aquel seminario, conocí a los que hoy son mis tutores: Francisco Vergara y Vivette García. En las primeras sesiones a las que asistí Vivette obsequió al grupo ejemplares de su reluciente libro *Interruptores, baterías y redes*. Nuestro enfoque filosófico-sociológico-histórico nos condujo a unas primeras charlas, que con el tiempo se convirtieron en colaboraciones, discusiones y convivios. Dentro de una de mis «estaciones base», el Laboratorio de Estudios de la Ciencia y la Tecnología, seguimos explorando enfoques etnográficos sugerentes.

A la par, el Centro Histórico ha sido sitio de los más fructíferos intercambios filosóficos con Francisco. La diversidad temática –desde la *EvoDevo* hasta la morfología de Goethe– siempre me entusiasmó más allá de la discusión acerca de esta tesis. Y aunque mi involucramiento con la antropología ha sido intermitente, las reflexiones a partir del seminario *Biología, Antropología y Ciencias cognitivas* (y las visitas a Universum y al Museo Nacional de Antropología e Historia) ponen frente a mí nuevas interrogantes de camino a un proyecto filosófico más comprehensivo.

Agradezco profundamente al profesor Miguel Ángel Alatorre, pues apoyó siempre mi participación en el curso de *Métodos de la Investigación Oceanográfica*. Igualmente a toda la ejemplar tripulación de El Puma y a los miembros de la campaña GIOXPOM-2016, mis compañeros

de un viaje inolvidable y futuros oceanógrafos. A Mariana, que no pocas veces me ayudó en el curso de Oceanografía Química. Tengo gratitud con Ingvar Emilsson, Artemio Gallegos, Alfredo Laguarda, Ismael Pérez, Vivanne Solís, Antonio Márquez, Vilma Ardiles, Margarito Álvarez, Sergio Licea y Ruth Luna, todos ellos científicos que tuvieron la mejor disposición de intercambiar conmigo puntos de vista fascinantes.

El Laboratorio de Oceanografía Física fue una de las sedes en las que se redactó este escrito; Víctor, Iza y Ricardo estuvieron ahí para apoyarme. Agradezco también a Nacho y Mayra, pues sin su ayuda hubiera tardado más en llegar a puerto. A Ricardo y Nayeli, que junto con *Gaia Divers* he conocido (y seguiré conociendo) la vida submarina. A mi *professore* Alfredo Cid, por su semiótica amistad. A mi otro profesor, mi tío Juve, el primer filósofo al que escuché. A Diego Ángeles, el ejemplo generacional para ejecutar magistralmente un giro de 180°. Sin duda, llevo en el corazón el último empujón que recibió la escritura mía: la amistad de los *chilangallegos* Ana, César y compañía, así como la de Irati, Peli y sus cuadrillas. Al primer impulso de todo esto, Daniela. Al constante impulso en todo esto, mis padres y hermano.

Este trabajo, en su parte etnográfica a bordo del Buque Oceanográfico “El Puma”, fue posible gracias al apoyo del Proyecto PAPIIT IA401416: *Poblaciones de cognición: historias interconectadas de ciencia en América Latina*. Agradezco el apoyo del Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, que autorizó mi participación en el curso *Métodos de Investigación Oceanográfica*. Igualmente a la Dirección General Adjunta de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología de la Secretaría de Marina, pues a través del Centro de Información Documental pude consultar materiales oceanográficos históricos de gran utilidad. Agradezco al CONACyT por la beca otorgada de agosto de 2014 a julio de 2016 para la realización de esta disertación. Finalmente, a la Coordinación de Estudios de Posgrado por el Apoyo-CEP, del área de Humanidades y Artes para la impresión.



INTRODUCCIÓN

Este escrito está encaminado a explorar una de nuestras relaciones contemporáneas con el mar: la Oceanografía. Esta intelección *via* interacción –es decir, esta ciencia– se determina, desde hace tiempo, tomando medidas acuáticas de lo extenso y lo abisal; detectando y modelando patrones de moción superficial y profunda; recolectando y disgregando y clasificando desbordantes formas de vida y sustancias. Ha sido un prurito de gran audacia, curiosidad e ingenio. A la vez, es el capítulo más reciente de aquel lejano horizonte humano constituido en el acto de dirigir un desplazamiento en el agua por medios propios: la navegación.

Como de golpe se capta la vastedad que tendría una mirada filosófica de todo esto. Por eso, esta indagación lleva intrínseca una enseñanza: «Dime *cómo* buscas y te diré *qué* estás buscando»¹. El *cómo* de esta tesis fue, ante todo, a partir de una experiencia reflexiva. Una etnografía. Busqué traer a texto –a partir de una vivencia del proceso de formación científica de un estudiante de Oceanografía– un balance esquemático de los saberes en juego, transmitidos a través de las clases y de una práctica de campo². Esto último fue posible gracias al curso *Métodos de la Investigación Oceanográfica* del Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología junto con la Coordinación de Plataformas Oceanográficas, de la Universidad Nacional Autónoma de México.

El trayecto se inicia poniendo en relieve conceptos relevantes del saber de un oceanógrafo. Es decir, el *qué* desde su propio punto de vista: hay objetos/*factums* propios de mundo marino frente a los que los métodos de las Ciencias del mar son óptimos para escudriñar a través de variados y atentos exámenes desde la Física, la Química, la Biología y la Geología³.

¹ Wittgenstein, L. (1930), *Observaciones filosóficas*, Instituto de Investigaciones Filosóficas-UNAM, México, 1997, p. 56.

² Esta exploración etnográfica inicio desde agosto de 2013, cuando me involucré en diversos cursos formativos propios de un estudiante de Ciencias rumbo al estudio del océano. En el Anexo 1 expongo esquemáticamente los contenidos epistémicos de este recorrido de la etnografía de aula.

³ Se usará «Oceanografía» y «Ciencias del mar» como nociones equivalentes.

Así, la tarea oceanográfica es principalmente un acto (e ideal) de hacer patente la totalidad de fenómenos oceánicos⁴. Esto se enmarca hoy –y desde los inicios contemporáneos de la Oceanografía al final del siglo XIX– en las nociones de exploración y explotación. La planeación que hay implícita supone una máxima optimización del uso de recursos, la comprensión más abarcadora posible de procesos naturales imbricados y el uso de escalas que van desde nanómetros y microsegundos hasta la total extensión planetaria y sus eones de antigüedad.

La consideración filosófica inicial, en suma, contempla que la intelección oceanográfica es un entendimiento específico del mar desde la tematización científica de ciertos tópicos. Esto es, un tipo de lenguaje y proceder especializado que «cubre un amplio rango de temas, incluyendo vida marina y ecosistemas, la circulación oceánica, la tectónica de placas junto a la geología del suelo marino, y las propiedades físicas y químicas del océano»⁵.

El camino hacia el Capítulo II es a partir de la ubicación histórica del curso *Métodos de Investigación Oceanográfica*. Su específica existencia local paradójicamente explicita un rasgo esencial de la Oceanografía: la Política Internacional. Este curso es una de las (tantas) expresiones científico-institucionales que germinaron desde que se le asociara al océano un papel definitorio en el equilibrio ambiental global.

Las deliberaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) –en la década de 1980– desembocaron en resoluciones diversas sobre la nueva tarea político-científica sobre los mares. Una de ellas fue, precisamente, la consolidación de un Instituto de Ciencias del Mar en la Universidad Nacional en la Ciudad de México.

⁴ Deliberadamente he pasado a segundo término, en estas nociones, algunos conceptos demasiado frecuentes. He privilegiado la definición de observar («examinar atentamente») antes que a la palabra misma. También utilizo «un acto de hacer *patente*» en vez de «un acto de *descubrir*» para explorar, conceptualmente, la riqueza de otros vocablos: visible, manifiesto, claro, perceptible. Incluso, la primera acepción en el Diccionario de la Lengua Española (Edición del Tricentenario) para «descubrir» es: «1. Manifestar, hacer patente», antes que «2. Destapar lo que está tapado o cubierto».

⁵ National Oceanic and Atmosphere Administration (NOAA), *What does an oceanographer do?* Consultado el 11 de abril de 2016. Disponible en: [<http://oceanservice.noaa.gov/facts/oceanographer.html>].

Desde entonces, la UNAM embarca en uno de sus buques oceanográficos (El Puma) aproximadamente a 15 alumnos cada año en una campaña. El objetivo primordial es instruir, a través de la enseñanza *in situ*, a las personas que han de dedicarse a la intelección del océano mediante el proceder científico. En el desarrollo del Capítulo II consideré dos marcos conceptuales para orientar mis reflexiones en torno a la experiencia formativa de un oceanógrafo (al menos en una de sus fases representativas: el muestreo).

Filosofía de las prácticas científicas (marco conceptual 1)

La cercanía marítima del proyecto de cognición distribuida de Edwin Hutchins (*Cognition in the Wild* de 1995) –al que llegué a través los debates acerca de racionalidad que Sergio Martínez y Xiang Huang abordan desde una filosofía centrada en las prácticas científicas (1996, 2015) – me abrió un panorama interesante para iniciar un diálogo con la Oceanografía de la UNAM.

La intención del segundo capítulo fue «subir a bordo» de El Puma algunas categorías derivadas del trabajo de Hutchins y de Martínez, de forma que estuvieran en diálogo dinámico con mi experiencia de haber participado en una campaña oceanográfica. Así, no pretendo hacer una exposición exhaustiva ni comparativa de las posturas de ambos autores; más bien, escogí algunos conceptos representativos de su discusión acerca de la cognición⁶ y los ejemplifiqué en distinta amplitud y según casos específicos de mi interés.

⁶ Esto refiere a la «cognición extendida» y «cognición situada». Estas concepciones se posiciona en contra de una caracterización de la facultad de razón limitada a la postulación de procesos internos de un sujeto-que-conoce, y cuya fenomenología sólo podría ser caracterizada como análoga a los procesos de razonamiento susceptibles de formalizarse en *un* tipo de lógica y en *un* tipo de matemática. Una contraposición a esto es la sugerencia de modelos de racionalidad que contemplen, para la caracterización óptima de «la racionalidad científica», al contexto (ambiental e histórico y práctico) como constitutivo de toda discusión sobre razón, conocimiento, ciencia, progreso, necesidad-contingencia, causalidad, mecanicismo, teleología, etc. De este modo los procesos cognitivos del hombre estarían intrínsecamente ligados tanto a macrocontextos como a microcontextos, siempre desbordantes de la mera ejecución de un cálculo, manufactura de un instrumento o cómputo de una predicción. La pregunta filosófica general de Martínez es ¿cómo avanza el conocimiento?, y la de Hutchins ¿cómo es posible la navegación?

Las discusiones en el seno del grupo PhiBio (de la UAM Cuajimalpa) en 2013 y, posteriormente, desde el Laboratorio de Estudios de la Ciencia y la Tecnología (tanto del proyecto de *Poblaciones de Cognición* como del seminario de etnógrafos *FieldDogs*) y el seminario «Biología, Antropología y Ciencias Cognitivas» nutrieron mis perspectivas sobre el estado de la discusión actual.

Las perspectivas que traté, mediadas siempre desde mi experiencia etnográfica, fueron las siguientes:

- **Edwin Hutchins**

- *Cognition in the Wild (1995)*
 - ¿Qué tipo de tareas confrontan el mundo cotidiano [del oceanógrafo]?⁷
 - La triple caracterización de los cambios de perspectiva que suceden cuando uno vive en un barco: espacio físico, espacio social y espacio conceptual
 - El espacio de «contexto de aprendizaje» como desarrollo de nuevo conocimiento en el contexto de la práctica

- **Sergio Martínez**

- *Geografía de las prácticas científicas (2003)* y, en colaboración con Huang, *Hacia una filosofía de la ciencia centrada en prácticas (2015)*
 - Estructura heurística de razonamiento a través de las prácticas oceanográficas que comprenden: inferencias confiables, cultura material, los fines epistémicos, valores no-epistémicos, estándares, cultura local y transformación de un sistema material

Esta selección de aspectos fue a partir de dos posicionamientos básicos con los que estoy de acuerdo. En el caso de Hutchins: «Humans create their cognitive powers by creating the environments in which they exercise those powers»⁸. Y en el caso de Martínez y Huang: «Es en la participación en las prácticas científicas donde se heredan estándares y normas a través de los procesos de aprendizaje que transforman a los participantes en expertos»⁹. Esta tesis discurre, pues, en el Buque Oceanográfico –donde se ejercitan algunos poderes cognitivos de la Oceanografía–, y entre las prácticas que hacen posible una campaña a cargo de oceanógrafos en formación.

⁷ Aunque se explicitará más adelante, Hutchins se enfoca a describir la práctica de la navegación en general, en el contexto de un buque militar. En mi caso, mi objeto es la práctica del oceanógrafo en el contexto de un buque oceanográfico.

⁸ Hutchins, E. (1995). *Cognition in the Wild*, Massachusetts Institute of Technology Press, Cambridge, p. 169.

⁹ Martínez, S., Huang, X., (2015). *Hacia una filosofía de la ciencia centrada en prácticas*, p. 88.

Etnografía (marco conceptual 2)

El papel activo de la etnografía dentro de estudios de Filosofía de la Ciencia es cuestión reciente. Desde una perspectiva general se tiene la convicción de que la etnografía nos da acceso a ciertas «fuentes de la humanidad»¹⁰; aun a pesar de los debates sostenidos en la Antropología, se preserva el principio de la autorreflexividad del observador de una cultura/etnia, en principio, ajena en más de un aspecto cultural.

Atender etnográficamente procesos de generación-transmisión de conocimientos científicos en sus contextos de *inter-acción* aporta elementos que abonarían a una interpretación más comprensiva de lo que, por otro lado, es todavía una versión de la razón científica limitada a procesos mentales internos y análogos a la operación computacional de algoritmos.

Si echamos un vistazo histórico a las razones que las propias escuelas navales esgrimen para defender los estudios del mar *in situ marinus*, encontramos los puntos sustanciales tanto de nuestra incursión en la filosofía como de nuestra etnografía a bordo de un barco: a) *Vocación y aptitudes físicas*, b) *Convivencia entre la tripulación*, c) *Modelos a seguir*, d) *Propedéutica*, e) *Economía de la investigación marina*. Todas ellas se encuentran implícitamente desarrolladas en el Capítulo II¹¹.

¹⁰ Dosse, F. (1997). *History of Structuralism – Vol. 1 The Rising Sign, 1945-1966*. University of Minnesota, p. 131.

¹¹ Con *Vocación y aptitudes físicas* me refiero a los criterios (implícitos) inaugurales de las prácticas oceanográficas que conforman un tipo de prueba con respecto a la resistencia corpórea y capacidad de recuperación frente a condiciones severas (incluyendo el potencial de muerte); con *Convivencia de la tripulación* me refiero a la dinámica social que, una vez asociada la normatividad naval con el comportamiento a bordo de un buque de investigación, instaflujos de comunicación que se guían por la jerarquía naval-científica, y que disponen a la tripulación en guardias de trabajo pero, también, como compañeros solidarios. El rubro *Modelos a seguir* apunta hacia referentes ejemplares –probados en su eficacia y confiabilidad– en algunos procedimientos científicos; la *Propedéutica* expondrá casos en los que haya énfasis en el aprendizaje de una ejecución práctica desde el buque oceanográfico. En *Economía de la investigación marina* se tomarán en cuenta factores económico-administrativos que sugieran modos de llevar a cabo una campaña oceanográfica con el menor costo y con la eficacia máxima posible. Cada una de estas cinco categorías tienen uno o varios ejemplos documentales históricos en el Anexo 2. Con esto se muestran estándares que han permanecido estables en los procesos de aprendizaje de los oceanógrafos.

Estas categorías las he formulado a partir de documentos concretos. Es decir, proceden de manuales, informes y material pedagógico de las Ciencias navales y/o Ciencias del mar. Fue a través de la experiencia etnográfica que confirmé la estabilidad y recurrencia de estas nociones.

H. L. Goodall Jr. me ha orientado con su *Writing the New Ethnography* (2000) para sistematizar mis apuntes etnográficos. Con él he coincidido en:

- Los recursos de la etnografía: «A new ethnography is a story based on the represented, or evoked, experiences of a self, with others, within a context»¹²
- El uso de fuentes diversas: «...(such as a diary, in a journal or professional notebook, with a tape or a video recorder, or from memory, or combinations of them all)»¹³
- La jerarquía ascendente de niveles de conversación (*Phatic Communion, Ordinary Conversation, Skilled Conversation, Personal Narratives, Dialogues*)¹⁴

De esta forma he intentado narrar algunos pasajes usando distintos niveles de conversación y mostrando, en la medida de lo posible, niveles diferenciados de convivencia a bordo de El Puma. A veces estas narraciones dan pie a una reflexión más profunda sobre problemáticas epistemológicas, otras introducen consideraciones sobre la importancia de la normatividad implícita de prácticas en cuestión. Cada ejemplo pretende ser ilustrativo de aspectos discutidos en el Capítulo I, y no pocas veces retoman referencias históricas que sugieren continuidad o cambios en la tradición oceanográfica.

En última instancia, este escrito contiene la actitud que considero más propiamente filosófica: captar una intimidad escondida dentro de una apariencia expresiva¹⁵. Apuesta por la exploración innovadora de las problemáticas científicas actuales considerando tanto los espacios conceptuales como los espacios de interacción real entre una comunidad científica. Una campaña oceanográfica

¹² Goodall Jr., H. L., (2000), *Writing the New Ethnography*, AltaMira Press, p. 83.

¹³ *Idem.*, p. 84, 88

¹⁴ *Idem.*, p. 102

¹⁵ Véase el trabajo de Giorgio Colli, *La naturaleza ama esconderse* (1988, ed. 2009)

específica, como ésta de que fui parte, debe verse como una expresión del alcance que tiene la Oceanografía hoy y sus proyecciones a futuro.

En la medida en que una filosofía acerca de la Oceanografía incorpore genuinamente a sus consideraciones el paralaje desde donde un oceanógrafo *hace* del mar una grafía, un plano, una lógica, unos gradientes y unas interacciones; y en la medida en que explicita las prácticas a través de las cuales todo ello se ejercita, se reformula, se aplica y se problematiza, la relación de nuestras sociedades científicas con sus objetos de estudio podría recuperar la doble vía de la experiencia y de la reflexión.

CAPÍTULO 1

I. OCEANOGRAFÍA

*There are more things on heaven and earth, Horatio
Than are dreamt of in your philosophy*

Shakespeare, (*Hamlet*, 1-V)

I.1 Dimensiones contemporáneas de la Oceanografía

Al océano que exploramos le corresponde un arreglo científico específico, contemporáneo. Entre sus realizaciones intelectuales y materiales, es común encontrar en la historia reciente tareas tan imponentes como ésta: en 1970, el primer laboratorio submarino operaba a una profundidad de 15 metros en la Bahía Lameshur, en las islas Vírgenes de los Estados Unidos de América. Cuatro científicos vivieron bajo el agua por 60 días consecutivos.

El proyecto, denominado *Tektite Program* (I y II), fue el primer programa de científicos en la mar patrocinado a nivel nacional con la cooperación tripartita entre gobierno, industria y academia. El hábitat *Tektite* fue construido por la compañía *General Electric* y consistía en dos cilindros metálicos de 4 metros de diámetro por 6 de altura, unidos por un túnel flexible¹⁶.

Los objetivos propuestos apuntaban al estudio de nueve aspectos ecológicos de los arrecifes de coral. Sin embargo, el peculiar escenario de tener a cuatro acuanautas dos meses bajo el agua (en el caso del *Tektite I*) fue aprovechado por investigaciones biomédicas, psicológicas y logístico-administrativas. Al final, el estudio desde el hábitat submarino recolectó en 100 horas lo que, por otros métodos de muestreo y observación, se hubiera llevado mil 200 horas de trabajo bajo el agua distribuidas en dos años de actividades¹⁷.

Las empresas científicas oceanográficas actuales no dejan de tener magnitudes titánicas: el 6 de junio de 2016 la *National Science Foundation* (NSF) de los Estados Unidos publicitó que, después de

¹⁶ Collete, B., «Results of the Tektite Program: Ecology of Coral-Reef Fishes» en Lang, M. A., Baldwin, (Eds.), (1996), *Methods and Techniques of Underwater Research*. Proceedings of the American Academy of Underwater Sciences Scientific Diving Symposium, October 12-13, Smithsonian Institution, Washington DC, p. 84.

¹⁷ *Ibidem*, p. 83-87

10 años de investigación y con una inversión de 386 millones de dólares, opera ya una red oceánica de observación (*Ocean Observatories Initiative - OOI*) que transmite en tiempo real, a través de 900 sensores, magnitudes numéricas de variables físicas, químicas, geológicas y biológicas¹⁸. Se espera tener el éxito que tuvieron los registros sistemáticos del dióxido de carbono atmosférico, que desde 1950, siguen reportando datos que permiten interpretaciones de periodos geológicos de tiempo¹⁹.

Mi interés en este capítulo lo centro en algunos rasgos de la Oceanografía contemporánea que, entre otras cosas, se expresan como los proyectos *Tektite* y *OOI*. La relevancia de estos dos ejemplos, aunque esquemáticamente presentados, consiste en que ofrecen una impresión primera del *saber-hacer* oceanográfico que nos interesa. Las dimensiones que expondré a continuación, a manera de esbozo general, han sido extraídas desde la teoría filosófica, sociológica e histórica y me han permitido caracterizar una estructura inicial:

Oceanografía

- Caracterización filosófico-sociológica
 - Configuración disciplinar general desde una interpretación filosófica
 - Constitución disciplinar específica (Física, Química, Biología y Geología)
 - Tematicaciones de la Oceanografía: interpretaciones a escala planetaria

- Narración histórica
 - Contexto de la tradición naval en México en el siglo XIX
 - Oceanografía contemporánea: proyectos a gran escala
 - Oceanografía en México: el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM

¹⁸ Witze, A. (2016), "US ocean-observing project launches at last", *News in Focus – Nature*, Vol. 534, 9 June 2016, p. 159-160.

¹⁹ La pretensión de que se puede ir descifrando cada vez más fino al océano –predicción, manipulación, mecanización– a través de datos recogidos por las Ciencias marinas es un pilar filosófico de la ética-política ambiental formulada como «Cambio global» e ilustrada a menudo desde una de sus consecuencias: «El calentamiento global».

1.1.1 Mathesis oceánica: elementos para una razón acuática

If, instead of sending the observations of seamen to able mathematicians on land, the land would send able mathematicians to sea, it would signify much more to the improvement of navigation and to the safety of men's lives and estates on that element.

Isaac Newton, 1692

Aunque a la Oceanografía la ubiquemos en un marco histórico cuyo emblema de inicio es la expedición del *Challenger* (1872-1876)²⁰, muchos de sus conocimientos nos vienen desde el remoto testimonio de Arquímedes en el año 287 a.C. Al menos para nuestra herencia Occidental, desde que a la flotabilidad de ciertos cuerpos se le puso al lado un signo de interrogación, la experticia nuestra que separa y vuelve a unir (la ciencia) se ha procurado agudas y penetrantes intelecciones²¹.

La Oceanografía, hoy, recibe al océano –desde la herencia de un tratamiento abstracto milenario– como un espacio plenamente matematizado²²: «It cannot be too strongly emphasized that the ocean is three-dimensional and that the distribution of properties or the type of motion must be represented in space. For this purpose a convenient system of coordinates is needed»²³.

Siendo éste su punto de partida epistémico, generalmente la presentación del mar para su tratamiento científico suele ser en estos términos de coordenadas:

²⁰ Así lo considera Oscar Talassini en su texto *Negli Oceani* (1976): «Scattò allora l'“operazione Challenger” che può considerarsi la prima vera e propria spedizione di biologia marina della storia» (p. 15). Antony Adler, en su escrito «The Ship as Laboratory: Making Space for Field Science at Sea» (2013), también concede a la expedición *H. M. S. Challenger* el estatus de un viraje decisivo para el desarrollo de la Oceanografía: a partir de ésta el diseño de espacios específicamente para científicos en los barcos señaló un camino de legitimación para la práctica científica en altamar.

²¹ Para una exposición erudita de esto, véase: Levi, E. (1989), *El agua según la ciencia. Evolución de la hidráulica*, CONACyT-Ediciones Castell Mexicana.

²² No es casual que se hayan nombrado montañas submarinas en honor a grandes maestros que, en cuestiones de Física, Matemáticas e Ingeniería –puestas a prueba por el mar–, han aportado abstracciones de enorme valía: Alexis Claude Clairaut, Joseph-Louis de Lagrange, Leonhard Euler, Johann Carl Friedrich Gauss, Pierre-Simon Laplace (personajes del siglo XVII y XVIII). El fulcro que sus composiciones formales han proporcionado al desarrollo teórico y material de las Ciencias del mar es condición misma de su consolidación. Hoy, por ejemplo, a doscientos años de su formulación, las ecuaciones de Navier-Stokes que describen movimientos de fluido, se traducen en aplicaciones variadas y sugerentes interrogantes sobre su regularidad global.

²³ Este es el inicio del Capítulo V «Theory of Distribution of Variables in the Sea» de un libro insignia de la Oceanografía, pues fue encargado para sondear el *estado del arte* de la disciplina a mediados del siglo XX. Véase: Sverdrup, H. U., Johnson, M. W., y Fleming, R. H. (1942), *The Oceans. Their Physics, Chemistry and General Biology*, Prentice-Hall, Inc., USA, p., 153

As outlined above, the empirical oceanographer finds himself facing a complex entity, the ocean, which is defined over a large time-space domain. The phenomenon can be conceptualized at one point in this domain, $P_o: (x_i, y_i, z_i, t_i)$ (where x , y , z , and t are the usual four dimensions: longitude, latitude, depth, and time) as a set of measurable variables, the vector, $A (A_1, A_2, \dots, A_k)$. Where A_1 might be temperature, A_2 salinity, and so on, and where k might be quite large²⁴.

Esta matematización del océano está lejos de ser sólo un tratamiento numérico, pues el gesto matemático es una posición ontológica *intermedia* entre realismo e idealismo, compuesta de *mixturas* epistemológicas: la necesidad y la contingencia, la universalidad y la particularidad, la unidad y multiplicidad, la internalidad y la externalidad, la naturalidad o la artificialidad²⁵.

En suma: la *mathesis oceánica*²⁶ a la que aludimos es una geografía enciclopédica-teórica y práctico-instrumental, colectiva e histórica, que ha guiado la intervención contemporánea en el océano principalmente a través de tratamientos geométricos y de trigonometría, de geometría analítica, de cálculo y análisis numérico, de ecuaciones diferenciales y de probabilidad y estadística²⁷.

Con esto no interpretamos que las otras Ciencias del mar (Biología, Química y Geología) se reduzcan o se expliquen exclusivamente a partir de lo anterior. En todo caso, que esta *mathesis* ha mostrado, desde sus indagaciones particulares de la razón acuática²⁸, una armonía profunda –y útil

²⁴ Kelly, J. C., «Chapter 15. Sampling the Sea», en Cushing, D. H., Walsh J. J. (eds.) (1976), *Ecology of the Seas*, Blackwell, Oxford, p. 362. La realización de un fenómeno –cuestión propiamente ontológica–, equivale pues al conjunto de mediciones específicas de estas variables en algunos puntos de P_o , desde donde el fenómeno fue definido. Así, cierta temperatura (estado vectorial) en un punto P_o del dominio espacio-temporal del océano *es temperatura* (como fenómeno) en el contexto del conjunto de todos los vectores que sitúan al fenómeno mismo en un espectro de escalas de magnitudes tratables.

²⁵ Zalamea, F. (2009). *Filosofía sintética de las matemáticas contemporáneas*, Universidad Nacional de Colombia, p. 15. Esta propuesta filosófica consiste en la elaboración de una ontología y epistemología *transitorias* «con perspectivas históricas y fenomenológicas» que dan cuenta de «prácticas pendulares e irreductibles entre imaginación, razón y experiencia» (*Ibidem.*, p. 12). Esta consideración es solo indicativa de la riqueza que puede haber al explorar al océano como espacio matematizado desde esta propuesta filosófica.

²⁶ Etimológicamente, *mathesis* (μάθησις) remite al acto de aprender, al acto de obtener algo por medio de la investigación.

²⁷ Aguilar Juárez, I., Arellano Gil, J. (eds.) (2010), *Matemáticas Aplicadas a las Ciencias de la Tierra*. Facultad de Ingeniería-UNAM. La Oceanografía se considera una de las ramificaciones de las Ciencias de la Tierra.

²⁸ El término de «razón acuática» buscaría especificar –si es que fuera el caso– una particularidad en el razonamiento respecto a los medios acuáticos con los que ha convivido culturalmente el ser humano: ríos, lagos, cenotes y mares. Por ejemplo, la invariante de la flotabilidad de ciertos cuerpos sobre el agua sería parte de una razón acuática acogida,

para las realizaciones materiales de la Oceanografía— entre ciertos dominios de la Matemática y de la Física que han resultado en cierta inteligibilidad del océano.

1.1.2 Configuración disciplinar: objetos oceanográficos y alcances explicativos

La propuesta esquemática de una *mathesis* oceánica fue pensada para abordar la aglomeración de ciencias que constituyen a la Oceanografía. Ya se intuye que las divisiones disciplinares canónicas²⁹ de esta ciencia están en interacción compleja muy a menudo:

-**Biología:** los biólogos oceanógrafos y los biólogos marinos estudian a las plantas y animales en el ambiente marino. Se interesan en la cantidad de organismos marinos y cómo éstos se desarrollan, se relacionan entre sí, se adaptan a su ambiente e interactúan con él. Para acometer su labor se sirven de observaciones de campo, modelos computacionales, o experimentos en campo o de laboratorio.

-**Química:** los químicos oceanógrafos y químicos marinos estudian la composición del agua de mar, sus procesos y ciclos, y la interacción química del agua marina con la atmósfera y con el suelo marino. Su trabajo incluye análisis de componentes del agua marina, el efecto de los contaminantes, y el impacto de procesos químicos sobre organismos marinos. También se sirven de la química para entender cómo las corrientes oceánicas mueven el agua marina alrededor del globo terráqueo o cómo el océano afecta el clima; o para identificar recursos potencialmente benéficos, tales como recursos naturales que pueden usarse como medicinas.

-**Geología:** los geólogos oceanógrafos y geólogos marinos exploran el suelo marino y los procesos que dan forma a sus montañas, cañones y valles. A través del muestreo de sedimentos, le echan un vistazo a millones de años de historia de la dinámica de suelos marinos, tectónica de placas, y la circulación

antropológicamente, por casi todas las culturas del mundo. La potencia hereditaria de este acontecimiento humano sin duda tendría medios de propagación/conservación diversos, siendo uno de los más antiguos (y con repercusiones para las ciencias contemporáneas) el tratamiento filosófico-matemático en la civilización helénica. En la medida en que se acoten tales invariantes en el marco de contextos específicos (científicos, religiosos, políticos, etc.) es que las nociones aquí expuestas podrían mantener un diálogo fructífero con cuestiones antropológicas. Las propuestas filosóficas resultantes, aunque tengan en cuenta los múltiples relieves en las maneras culturales de conocer, también otorgarían importancia a las continuidades culturales —como lo es la convivencia humana con cuerpos acuáticos— para una interpretación comprensiva de, por ejemplo, la Oceanografía.

²⁹ National Oceanic and Atmospheric Administration: «What does an oceanographer do?» (*op cit.*). Al final de la clasificación sugerida, se enfatiza: «All of these fields [biology, chemistry, geology, physics] are intertwined, and thus all oceanographers must have a keen understanding of biology, chemistry, geology, and physics to unravel the mysteries of the world ocean and to understand processes within it».

oceánica y su relación con los climas. También examinan procesos volcánicos, la circulación en el manto, la circulación hidrotermal, la creación del magma y la formación de corteza terrestre. Los resultados de su trabajo sirven para entender los procesos que dieron origen a las cuencas oceánicas.

-Física: los oceanógrafos físicos estudian las condiciones y procesos físicos dentro del océano, tales como las olas, corrientes, giros de diversas magnitudes y mareas; también el transporte de arena tanto hacia las playas como fuera de ellas; la erosión costera; y las interacciones entre la atmósfera y el océano. Ellos examinan corrientes profundas, la relación mar-atmósfera que influye en el clima y la temperie, la transmisión de la luz y el sonido a través del agua, y las interacciones oceánicas con sus fronteras del suelo marino y las costeras.

Además de la cohesión epistemológica desde una *mathesis* oceánica, ¿qué otra cosa es lo que une a todas estas disciplinas? En el marco de la formación de instituciones oceanográficas –no vistas como meras «fundadoras» de la disciplina sino, más bien, como engranes que consolidaban el ya extenso ejercicio de ésta en áreas a veces dispersas–, tres reconocidos investigadores escribieron un compendio exhaustivo del estado de la Oceanografía en el mundo en 1942. Harald U. Sverdrup, Martin W. Johnson y Richard H. Fleming publicaron *The Oceans. Their Physics, Chemistry and General Biology*³⁰. Este material enciclopédico muestra, desde su índice de contenidos, un desglose de la Oceanografía esta vez desde sus alcances y versatilidad explicativa:

- a) The Earth and the Ocean Basins
- b) Physical Properties of Sea Water
- c) General Distribution of Temperature, Salinity, and Density
- d) Theory of Distributions of Variables in the Sea
- e) Chemistry of Sea Water
- f) Organisms and the Composition of Sea Water
- g) The Sea as a Biological Environment
- h) Populations of the Sea
- i) Observations and Collections at Sea

³⁰ Sverdrup, K., Kudela, R. (2014), *Investigating Oceanography*, p. 17.

- j) General Character of Ocean Currents
- k) Statics and Kinematics
- l) Dynamics of Ocean Currents
- m) Waves and Tides
- n) The Water Masses and Currents of the Oceans
- o) Phytoplankton in Relation to Physical-Chemical Properties of the Environment
- p) Animals in Relation to Physical-Chemical Properties of the Environment
- q) Interrelations of Marine Organisms
- r) Organic Production in the Sea
- s) Marine Sedimentation

Antes del tratamiento físico del océano (incisos b, c y d), se nos ubica en un contexto cuyos objetos y problematizaciones son de orden planetario. Y es que, si por algo se distinguen las llamadas «Ciencias de la Tierra» –una de ellas, la Oceanografía– es justamente por el previo despliegue y uso de un conocimiento extenso sobre cantidades, proporciones, comparaciones y datos proyectados de todo el globo terráqueo: figura geométrica y disección en latitudes y longitudes, tamaños del radio ecuatorial y polar, así como el volumen total del geoide; la distribución de la tierra y del agua en general (y entre paralelos), el área, volumen y profundidad media de mares y océanos, características principales de la topografía (elevaciones, depresiones) y líneas de costa³¹.

Esto se corrobora y magnifica en un material bibliográfico –y también referencial– de 2014: *Investigating Oceanography*, de Keith A. Sverdrup y Raphael M. Kudela. Al preámbulo de las escalas planetarias le anteceden interpretaciones científicas sobre el origen del universo, del Sistema solar, de posibles océanos extraterrestres, y las etapas geológicas de la Tierra. Vemos que la Oceanografía

³¹ El artículo «Reflections on Earth-system science», del International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP), nos sugiere la magnitud de esto: «During the 1980s, based on decades of disciplinary research, scientists and policymakers grew to realize that the Earth was in fact an integrated system. As a seminal NASA report from 1986 put it, “This insight has set the stage for a more complete and unified approach to its study, Earth System Science”. The time was ripe for an international programme that would unify not only disciplines but also the global community of scientists to understand the Earth as a whole».

se aventura hacia los mares ya respaldada por el potencial de proyectar cálculos con la suficiente información para generalizar procesos que suelen comenzar con la formulación «For the earth as a whole, the total amount of...»³², y que contemplan el transcurso de una historia natural a millones de años de distancia nuestra.

1.1.3 Exploración y explotación: el marco general de la finalidad de la Oceanografía

En correspondencia a las dimensiones planetarias antes mencionadas podemos nombrar 10 acontecimientos históricos que mostraron de qué eran capaces las técnicas y fuerzas escogidas por la Oceanografía:

1. *International Geophysical Year (IGY) 1957-1958*
2. *Deep Sea Drilling Program (DSDP) 1968*
3. *Ocean Drilling Program (ODP) 1983*
4. *Tropical Atmosphere Ocean (TAO) 1984*
5. *Joint Global Ocean Flux Study (JGOFS) 1988*
6. *Ridge Interdisciplinary Global Experiments 1989*
7. *World Ocean Circulation Experiment 1990*
8. *Global Ocean Observing System (GOOS) 1991*
9. *Acoustic Thermometry of Ocean Climate (ATOC) 1996*
10. *Ridge 2000*
11. *Integrated Ocean Drilling Program (IODP) 2003*
12. *Ocean Observatories Initiative (OOI) 2016*

Aunque sus nombres mismos sean una pista de sus objetivos específicos, tematizaremos la naturaleza de estos proyectos de gran escala a través de tres nociones filosófico-sociológicas:

- a) **Planeación:** esta noción contempla la implantación del tipo de acción que es la racional con respecto a fines (sea para la organización de los medios, sea para la elección entre posibles alternativas). La planeación «puede ser concebida como una modalidad de orden superior de la acción racional con respecto a fines: tiende a la instauración, mejora o ampliación de los

³² Sverdrup, H. U., Johnson, M. W., y Fleming, R. H. (1942), *The Oceans, op cit.*, p. 98.

sistemas de acción racional mismos»³³. En una conjunción de la acción instrumental (orientada por reglas técnicas derivadas del saber empírico) y la elección racional (regido por estrategias que se sostienen por un saber analítico), los proyectos de gran escala desde la Oceanografía se constituyen con base en pronósticos sobre sucesos observables y deducciones de reglas de preferencias (sistemas de valores) y máximas generales (heurísticas)³⁴.

- b) **Disposición técnica:** Seguimos de acuerdo con Habermas cuando caracteriza que «Las ciencias modernas generan por ello [por desarrollarse en un marco metodológico de referencia que refleja el punto de vista trascendental de la posible disposición técnica] un saber, que por su *forma* (no por su intención subjetiva) es un saber técnicamente utilizable...»³⁵. Este marco de aplicaciones especializadas ciertamente no dependen ya de inventos esporádicos, sino que tienen un carácter de intrínseca organización pues «Con la investigación industrial a gran escala, la ciencia, la técnica y la revalorización del capital confluyen en un único sistema. Mientras tanto esa investigación industrial ha quedado asociada además con la investigación nacida de los encargos del Estado...»³⁶. El nombre mismo de los proyectos oceanográficos multinacionales revelan maniobras técnicas de alta precisión, a la vez *exploratorias* –aunque nunca dejadas a la improvisación- y con fines de *explotación* controlada de recursos.
- c) **Ética ambientalista:** también desde la sociología nos llega que «Los avances científicos y tecnológicos de las últimas décadas han cambiado la preocupación por el mundo natural como fuente de amenaza para la especie humana, haciendo aparecer, en cambio, una naturaleza

³³ Véase: Habermas, J., (1968), «Ciencia y técnica como “ideología”» en *Ciencia y técnica como “ideología”*, p. 53. Este desarrollo es a partir del concepto de racionalidad de Max Weber («Con el concepto de “racionalización” Max Weber intenta aprehender las repercusiones que el progreso científico-técnico tiene sobre el marco institucional de las sociedades que se encuentran en un proceso de “modernización”», *Idem.*, p. 66). La ventaja que vemos en esta perspectiva es que, dentro de la problematización filosófica ya se incluyen cuestiones relacionadas con el derecho, economía y política; cuestiones inherentes a un tratamiento comprensivo de la ciencia en nuestra actualidad.

³⁴ Si regresamos al ejemplo inicial de este capítulo acerca de la *Ocean Observatories Initiative*, una de sus acreditaciones fue haber pronosticado con éxito la erupción de un volcán submarino en abril de 2015 sobre el cual se tenían instalados instrumentos de observación. Véase: «Successful forecast of the 24 April 2015 eruption at Axial Seamount». [Electrónico. Disponible en: http://www.pmel.noaa.gov/eoi/axial_blog.html].

³⁵ Habermas, J., (1968), *op cit.*, p. 79.

³⁶ *Idem.* p. 86

asediada y amenazada por la acción del hombre. Es una época de riesgos manufacturados, de un racional y sistemático esfuerzo por someter a las fuerzas naturales al control y dominio del hombre»³⁷. A la par de las proyecciones de planeación y disposición técnica a escala planetaria de las ciencias (como la Oceanografía), las reflexiones desde la Ecología, Política y las Ciencias naturales y Sociales impulsaron, en los años sesenta del siglo XX, la idea de unidad planetaria independiente de la razón y sentido humano. Las presiones por las tendencias de crecimiento económico, la explosión demográfica y la destrucción del mundo natural son preocupaciones recogidas por estos proyectos de gran escala en los que, al contemplar una interdependencia estructural del medio ambiente todo, tienen la pretensión de tener control sobre los procesos de legítima explotación y necesaria recuperación de un ecosistema al que no podemos renunciar como proveedor³⁸.

A nuestra manera de ver, las nociones de exploración y explotación –objetivos plenamente claros de los discursos que conforman a la Oceanografía contemporánea³⁹– movilizan (política y económicamente) los elementos ontológico-epistémicos que hemos propuesto para caracterizar nuestro objeto de estudio. Al considerar este marco general, ¿cómo llegó a puerto la Oceanografía a México?

³⁷ Lezama, J. L., (2001), *El medio ambiente como construcción social: reflexiones sobre la contaminación del aire en la Ciudad de México*, Estudios Sociológicos, vol. XIX, núm. 2, mayo-agosto 2001, El Colegio de México, p. 325.

³⁸ En el libro *Ethics and Environment. An Introduction* (2008), Dale Jamieson introduce una perspectiva de esta problemática: «What is occurring in the oceans is what previously occurred on land. Just as human action radically transformed grasslands, forests, and other terrestrial ecosystems, so we are now in the process of systematically altering marine ecosystems. From 1950 to 1994, global fish production increased by 400% and has been stable or dropping since then. Sixty percent of the earth's marine fish stocks are now considered fully or overexploited, and one influential study claims that commercial fishing has wiped out 90% of the ocean's large fish», (p.137).

³⁹ Como muestra, el XII Congreso Nacional de Oceanografía «El Océano, desafío del nuevo milenio» (22 a 26 de mayo de 2000): las mesas redondas se articularon en 1) La productividad de los océanos, 2) La explotación sustentable de los recursos pesqueros, 3) Manejo integral de las zonas costera y marina, 4) Futuro y perspectivas de la Oceanografía en México. (p. 253-264).

I.2 Buques-escuela en la historia de México: índices para la creación del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM

Escuelas que proporcionen muchos marinos; muchos que vayan a invadir la población mexicana, llevando su influencia personal a todas las esferas sociales y administrativas, para arrancar a nuestro pueblo de su indiferencia y hacerle comprender que en el mar, radica el poderío de las naciones.

Juan de Dios Bonilla, Capitán de Navío-Inspector Naval, 1919
(Inauguración de la Academia Naval de México)

Entre los antiguos significados de la noción de «escuela», encontramos el de tropa, grupo de personas o multitud; pero también el de la ocupación del tiempo libre para el cultivo del espíritu; por último nos remite a sujetar, poseer, tener. Así, entenderemos a una «escuela náutica» como un grupo de individuos que se comunican y que ocupan su tiempo –de trabajo, y a veces también el de ocio (en el sentido de Aristóteles)– en descifrar el océano («poseer conocimiento de él») con un arreglo que eventualmente sirve a objetivos militares, mercantiles o científicos.

La escuela náutica en México es el lugar y símbolo de una impronta normativa de raigambre mercantil-marcial que rige nuestros mares desde tiempos precolombinos⁴⁰. Con respecto a la historia de la Oceanografía, podemos rastrear que en 1854 el General Antonio López de Santa Anna establece por decreto la hechura de una Escuela Náutica en la Isla del Carmen «para la enseñanza de la juventud que se destine al servicio de la Marina Nacional»⁴¹. Uno pensaría que, en tal contexto turbulento de la historia de México, el decreto presidencial sólo contemplaría personal de combate; pero el Art. 6° de ese documento incluye la presencia (y sueldo) de «Profesores de Ciencias» y también de profesores «de Dibujos e Idiomas».

⁴⁰ Véase la edición: *La navegación entre los Mayas*, Arqueología Mexicana, núm. 33, septiembre-octubre, 1998. Para un enfoque historiográfico posterior véase: Pinzón R., Trejo R. (coords.) (2015), *El mar: percepciones, lecturas y contextos. Una mirada cultural a los entornos marítimos*, UNAM (IIH)-INAH.

⁴¹ De Dios, J., (1962). *Historia Marítima de México*, México, D.F., Editorial Litorales, p. 305.

El embarcamiento de «las ciencias» en buques mexicanos nos remonta al menos a mediados del siglo XIX, codo a codo con las maniobras que todos los países dueños de una flota consideraban estratégicas (de acuerdo a las nuevas constricciones del orden político internacional).

Justo en las épocas de Santa Anna, la tradición naval en México se percibía a sí misma en desventaja:

...pues hasta la fecha no se ha llegado a disponer de una fuerza naval de importancia y digna de nuestra nacionalidad, siquiera como las que han poseído en diversas épocas las Repúblicas del Sur, como Chile, Perú y Argentina, que pueden considerarse similares a nuestro país y aún inferiores en recursos naturales y población que han llegado a poseer *buques-escuela*, cruceros, torpederos, submarinos y hasta acorazados. No se diga de Brasil, que desde hace muchos años, ha mantenido una respetable Escuadra y una importante flota mercante.⁴²

A la luz de esto, la formación de personal marino resulta primordial para el afianzamiento de una resuelta flota militar, pero también, para la extensión de las artes del navegante hacia nuevos terrenos: los científicos. En esta coyuntura, la significación del concepto buque-escuela es de primer orden para esta tesis pues proyecta la dimensión histórico-epistémica de la que todavía se sirve la práctica oceanográfica contemporánea: estar a bordo de un barco para la plena significación de la instrucción en cuestiones del mar.

Encontramos que en 1881 los cursos de Marina para Oficiales de la Armada fueron incorporados por el Colegio Militar de Chapultepec, con el imperativo pedagógico de «pasar una temporada de prácticas al concluir los estudios, a bordo de los buques de la Escuadra Española...»⁴³.

Posteriormente se designaron barcos propiamente mexicanos:

El “Zaragoza” cuando próximamente termine su viaje de circunnavegación, no siendo buque de combate, sino habiéndose construido para la instrucción y práctica de los jóvenes que vayan terminado sus estudios teóricos para Oficiales, habrá de dedicarse a su objeto y navegar continuamente a la vela en el Golfo de México, para proporcionar a los Aspirantes de Primera, la

⁴² *Ibidem.*, p. 309. El énfasis en tipología negrita es mío.

⁴³ *Ibidem.*, p. 313

práctica indispensable del Marino, el conocimiento perfecto de las costas y puertos de la República, avezarlos a la navegación difícil, entre bajos, barras, etc., etc...⁴⁴.

En 1897, ya se habla de una «Escuela Naval flotante», y de una «Escuela Práctica de Clases y Marinería»⁴⁵. Todo ello se encontraba bajo el régimen militar, pero solicitaba el auxilio de la Física y la Química, de la Geometría y la Trigonometría y de la Mecánica⁴⁶. La vinculación entre las Ciencias del mar y la historia naval armada de México se hace patente cuando, a partir de las nuevas materias impulsadas desde la Heroica Escuela Naval Militar («Química de guerra», «Electricidad con mucha amplitud», «Turbinas de vapor», «Motores *Diessel*», «Defensas Submarinas», «Resistencia de materiales», «Cinemática naval», «Critografía», entre otras), personas de allí egresadas comenzaban a ocupar cargos como «Capitanes de Industrias o Finanzas, Superintendentes de Plantas eléctricas y mecánicas»⁴⁷.

1.2.1 «La Marcha al Mar»: del anteproyecto nacional al imperativo internacional

La solicitud de personal competente en el mar se extendió también hacia los buques mercantes, ya que la Revolución Constitucionalista (1917) estableció que los Capitanes, Pilotos y Primeros Maquinistas de buques mercantes mexicanos debían ser mexicanos por nacimiento (antes, privilegio de los dueños, en su mayoría españoles). Se erigió así la Academia Náutica, posteriormente llamada Escuela Náutica Mercante «Fernando Siliceo»⁴⁸.

La importancia de esta escuela, para nuestro interés, radica en que en sus programas de estudio ya incorporan propiamente el curso de «Meteorología Náutica y Oceanografía» en su tercer año de formación. En ese contexto, también destaca la plena inclusión operativa y económica de

⁴⁴ *Ibidem.*, p. 315

⁴⁵ Durante estas adaptaciones, los planes de estudios náuticos sufrieron modificaciones con respecto a las prácticas. Una de ellas fue la sustitución, en la Escuela Naval Militar, del Segundo Semestre de prácticas marineras por «viajes de instrucción» anuales, «embarcando a todos los alumnos en algún buque de la Armada, para hacer travesías durante un mes» (*Ibidem.*, p. 348-349).

⁴⁶ *Ibidem.*, p. 332

⁴⁷ *Ibidem.*, p. 349

⁴⁸ *Ibidem.*, p. 358

instituciones académicas al menos desde 1945: la Escuela Náutica de Tampico se estableció bajo los auspicios del Instituto de Ciencias y Etnología de Tampico, con posterior subvención de la Secretaría de Marina⁴⁹.

Con estas bases náuticas –militares, mercantiles e incipientemente científicas– en marcha, México iba acumulando elementos para formular un proyecto oceánico a gran escala. Ciertamente, la Administración Petrolera Mexicana lideró esto cuando sus requerimientos de exploración y explotación le exigían la compra de buques-tanques de mayor capacidad de carga, más rápidos, más modernos⁵⁰. La sofisticación y los retos de administración por el crecimiento de la actividad marítima estratégica en el siglo XX en México impulsaron la creación de un Departamento Autónomo de Marina, que se justificaba desde el Senado de la República (1939), en los siguientes términos:

Primero, porque se concentran en un solo Departamento cuestiones afines, que hasta ahora han estado dispersas en varias Secretarías, produciendo desórdenes o irregularidades que en algunos casos han llegado a la completa anarquía, por la multiplicidad de criterios o por falta de unidad en el mando;

Segundo: porque se confían a manos expertas y especialistas, esta serie de cuestiones que tanto afectan a la defensa nacional y al desarrollo de sus industrias y comercio, con lo que sin duda se conseguirá adelanto efectivo para esos ramos que hasta hoy han vegetado en situación lamentable, que no responden a las necesidades públicas que están llamados a satisfacer⁵¹.

Pero un proyecto tal nunca llegó a consolidarse. A lo más, en la administración del Presidente Adolfo Ruiz Cortines, se anunció «un programa de progreso marítimo, que dio en llamarse “La Marcha al Mar”, que llenó de esperanzas a los elementos marítimos nacionales...»⁵². De esta intención no se formuló programa escrito alguno que estipulara la compra de buques para «la

⁴⁹ *Ibidem.*, p. 361. El presupuesto asignado era de \$5,000 pesos al mes.

⁵⁰ En 1958, la flota petrolera mexicana constaba de 18 buques-tanque, ocho remolcadores de alta mar, una draga fija con succión, embarcaciones menores, pangos y chalanes: De Dios, J. (1962), p. 680

⁵¹ *Ibidem.*, p. 681. En 1941 este Departamento se convirtió en la Secretaría de Marina.

⁵² *Ibidem.*, p. 690

conquista de rutas comerciales marítimas»⁵³. A reserva de los programas impulsados desde la Secretaría de Marina misma a partir de 1959, habría que esperar hasta la década de 1980 cuando, auspiciados por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, la exploración y explotación de los mares en México se hicieran llegar –a su gobierno y a su academia– como un imperativo internacional.

1.2.2 Antecedentes directos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM

Fueron tres los proyectos que precedieron a la «Consolidación del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (UNAM)»⁵⁴, parte integral de la historia de la Oceanografía en México:

- 1) **Ciencias Marinas (MEX/68/024) – 1970**: tres expertos extranjeros en biología marina llegaron a la UNAM con la consigna de impulsar la investigación en Oceanografía física y Geología marina. Debido a la falta de una institución universitaria propiamente de ciencias del mar, los investigadores fueron adscritos al Instituto de Biología, al Instituto de Geofísica, y al Instituto de Geología. Estas dificultades operativas motivaron la creación del Centro de Ciencias del Mar y Limnología en 1973. Con la orientación del personal del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) se efectuaron las primeras campañas oceanográficas en altamar con buques de la Marina de México.
- 2) **Programa Nacional de Ciencia y Tecnología para el Aprovechamiento de los Recursos Marinos (PROMAR) – 1973**: el Gobierno de México, el PNUD y la Unesco formularon el «Plan Nacional para crear una Infraestructura en Ciencias y Tecnologías del Mar» (MEX/74/004). Esto dio pie a la participación de cinco instituciones nacionales, siempre

⁵³ *Ibidem.*, p. 691

⁵⁴ Publicación a manera de «Informe preparado para el Gobierno de la República de los Estados Unidos de México [sic] por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) en su calidad de organismo de ejecución del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)». Informe final PNUD/MEX/82/013. FMR/SC/OPS/87/202 (UNDP). 18 de febrero de 1987, UNESCO-France. La contribución del PNUD fue de 377 mil 287 dólares y la contribución de la contrapartida (aporte de México) se estima en 2.5 millones de dólares.

asistidas por los expertos y consultores asociados y beneficiadas con equipos científicos y material de entrenamiento.

- 3) Segunda etapa del «Plan Nacional para crear una Infraestructura en Ciencias y Tecnologías del Mar» (MEX/77/010) – 1978:** se enfoca a la formación de recursos humanos, pero la dotación de equipos y material científico se reduce al mínimo.

El proyecto de consolidación del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL) en 1987 – toda vez creada una infraestructura junto con la formación de recursos humanos– apuntaba «hacia la médula del problema: El conocimiento del mar, amplio, exacto y confiable en todas sus facetas»⁵⁵ para su exploración, su protección ambiental y su uso racional. Ayudada por Petróleos Mexicanos (PEMEX) y el CONACyT, la UNAM adquirió para dichos propósitos dos buques oceanográficos importados de Noruega; fueron nombrados El Puma (1980) y Justo Sierra en (1981)⁵⁶.

Esta nueva «Marcha al Mar» tenía su fundamento en deliberaciones internacionales sobre el océano como objeto de estudio y que, entre otras cosas, desembocaron en el reconocimiento de la Zona Económica Exclusiva (ZEE). Con ella, todos los países con acceso al mar extendían su «territorio»; en el caso de México, sus 2.9 millones de kilómetros cuadrados de áreas marítimas casi lo duplicaban en tamaño. Pero esta concesión estaba sujeta a condicionantes, justamente provenientes de lo que hemos tematizado analíticamente como «exploración y explotación»⁵⁷.

⁵⁵ «Consolidación del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (UNAM)», *op. cit.*, p. 3

⁵⁶ El mismo documento del PNUD resalta: «Siendo la primera vez en México que una institución como la UNAM asume el papel de armador de una flota oceanográfica con todas las complejidades administrativas, laborales, jurídicas y técnicas que esto involucra» (p. 3). Un gestor de esto fue Ingvar Emilsson, a quien mencionamos también al final del Capítulo II.

⁵⁷ El prólogo del documento del Programa y Resúmenes del XII Congreso Nacional de Oceanografía («El Océano, desafío del nuevo milenio»), llevado a cabo en Huatulco, México del 22 al 26 de mayo del año 2000, comienza: «Desde la adopción de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) por parte de México en 1982, el reto para nuestro país fue desarrollar las bases que permitieran hacer un uso de los recursos marinos y costeros. Asimismo, las exigencias nacionales eran en el sentido de incrementar el conocimiento de este vasto recurso nacional que representa la ZEE». Esto fue dicho por el Dr. Antonio J. Díaz de León Corral, Presidente Honorario del XII Congreso Nacional de Oceanografía.

La preocupación por el aumento exponencial, a partir de mediados del siglo XX, del uso de recursos marinos (pesca, turismo, yacimientos petroleros) impregnaba a la ética ambientalista desde el punto de vista de los impactos ecológicos y ambientales «en virtud de la falta de conocimientos básicos sobre los sistemas naturales afectados»⁵⁸. Así, el llamado implícito de la ZEE era hacia el exhaustivo conocimiento científico de los mares nacionales para «hacer una evaluación objetiva de su verdadero potencial para el desarrollo socioeconómico del país»⁵⁹. En este contexto (formación de cuadros humanos para la investigación oceanográfica) es que tiene lugar el curso *Métodos de Investigación Oceanográfica*, impartido desde 1973 en la UNAM.

Es así que la narración retrospectiva, que hasta aquí llega, ha buscado delimitar a la Oceanografía dentro de la acotación local específicamente mexicana. Quise resaltar algunos rasgos estructurales (epistémicos e históricos) siempre vinculados a dimensiones políticas, económicas y sociales de nuestras sociedades modernas. De toda esa herencia está impregnado –explícita e implícitamente– el curso práctico-académico del que he sido parte.

A continuación, ciertas perspectivas de una filosofía centrada en las prácticas científicas dialogarán con mi experiencia etnográfica a bordo del Buque Oceanográfico «El Puma» en la ejecución de una campaña oceanográfica real.

⁵⁸ «Consolidación del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (UNAM)», *op. cit.*, p. 1

⁵⁹ *Ibidem.*, p. 4

CAPÍTULO 2

II. FILOSOFÍA Y ETNOGRAFÍA DE LAS PRÁCTICAS OCEANOGRÁFICAS EN ALTAMAR

Los oceanógrafos son marineros que usan palabras importantes.

Roger Revelle, 1977

II.1 El diálogo entre filosofía y ciencia

El curso de *Métodos de la Investigación Oceanográfica* parte de la defensa de una posición epistemológica: las dificultades que involucra la actividad científica *en* el mar (ejercicio situado, literalmente, sobre el océano) ponen a prueba y en perspectiva las enseñanzas abstractas acerca de él. De algún modo: no tiene pleno significado el dedicarse a estudiar el mar sin ser, al mismo tiempo y en cierto grado, un marinero.

Esta materia tiene un valor de 8 créditos –según la tabulación curricular en la UNAM–, y es de elección opcional (en 2016, todavía vigente) para los estudiantes del Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, albergado en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional. No pretende ser una cátedra: es una compilación de contenidos de muchas disciplinas sobre la diversidad metodéutica de los procedimientos bajo los cuales se extraen informaciones físicas, biológicas, químicas, geológicas; también contempla procedimientos para determinar ubicación, trazo de rumbo y comunicación efectiva a bordo de un barco.



Foto 1. Vista panorámica de la proa de El Puma de frente al Océano Pacífico.

Varios especialistas, tanto en tecnologías submarinas (ecosondeo y multihaz), como en topohidrografía y cartografía, Oceanografía física, Biología marina, Oceanografía química, Navegación y Meteorología, dan cuenta a los alumnos de la diversidad cognitiva que se espera que un oceanógrafo despliegue a bordo del buque de investigación oceanográfica El Puma. Pero esto no significa que saliendo del aula se pretenda una experticia *a parte* de la que se obtendrá a bordo. Más bien, el buque seguirá siendo una escuela. Un buque-escuela⁶⁰.

Este capítulo tiene como fin iniciar un diálogo con la Oceanografía a partir de un enfoque interdisciplinario. Las perspectivas filosóficas generales y también históricas y sociológicas ya nos abrieron un panorama en donde las Ciencias del mar se muestran bajo una compleja organización multidisciplinaria con realizaciones de ingeniería muy sofisticadas. Pero en este gran contexto, ¿cómo se expresan las prácticas que forman a los futuros oceanógrafos? ¿Qué papel juega la salida al campo de estudio y qué competencias son necesarias para ello?

Un ejercicio etnográfico fue desde el inicio la opción para completar el circuito del diálogo que me interesaba instaurar. De esta forma quería confrontar algunas teorizaciones desde una filosofía de las prácticas (principalmente de Sergio Martínez y Edwin Hutchins) con las vivencias de los científicos que, en su camino hacia la profesionalización oceanográfica, aprenden métodos de

⁶⁰ Los cursos de esta naturaleza en la historia de la Oceanografía –al menos en Estados Unidos– eran parte integral de cualquier programa universitario que se avocara al estudio de cuerpos de agua. Un ejemplo: «The University of Michigan's Oceanography Field Practicum (M&O 560) was initiated in 1971 to make available to the University's significant number of graduate students in oceanography and related fields the opportunity at the beginning of their graduate education to carry out experimental observations on the ocean, and in this and similar ways to become acquainted with the practical techniques currently used in marine research. This motive has continued to govern the operation of this program. / The catalog description of this eight-credit course is as follows: Design and implementation of oceanographic observational programs; marine data-gathering capabilities: research vessels, buoys, etc.; shipboard data processing. Current techniques in physical, chemical, geological and biological oceanography, marine geophysics and marine meteorology». Este extracto es de un reporte técnico del *Oceanography Field Practicum* (1972), un programa auspiciado por el *National Sea Grant Program*, a su vez financiado por la *National Oceanic and Atmospheric Administration* del Departamento de Comercio de los Estados Unidos. Véase: Monahan, E. (comp.), Department of Meteorology and Oceanography, College of Engineering, The University of Michigan, *Sea Grant Technical Report No. 33 MICHU-SG-72-215*.

investigación coordinados y condicionados por contextos más amplios, ya por una tradición añeja, ya por una situación ambiental específica⁶¹.

Es así que, a través de una narración experiencial de algunas situaciones representativas de la práctica en mar del curso de *Métodos*, me propongo: a) ubicar al lector en el lugar específico de los hechos junto con los conceptos náuticos mínimos que se requieren para desenvolverse a bordo de un buque oceanográfico; y b) proponer algunas caracterizaciones relevantes que expresen diversos contextos normativos bajo los que funciona esta indagación científica.

La interacción de los objetos –y objetivos– científicos junto con sus sistemas tecnológicos, los recursos materiales disponibles, las tradiciones desde donde todo ello proviene y ciertas consideraciones sobre los espacios (físicos, sociales y conceptuales) dentro de los que se despliegan las prácticas oceanográficas constituyen los ejes del diálogo que propongo entre filosofía y ciencia.

Ciertamente este paisaje deberá, en un futuro, confrontarse con espacios deliberativos específicos de la Oceanografía para trazar con más precisión las fronteras de sus alcances y poder de diagnóstico. Por ejemplo, la importancia de la dimensión burocrática-administrativa, la situación económico-política, las constricciones de producción académica y el rol contemporáneo de los modelos en las ciencias sin duda deberán de tomarse en cuenta en investigaciones posteriores. Por ahora, concibo a esta tesis como la primera apertura filosófica de frente a la grafía del océano.

⁶¹ Los planteamientos generales del trabajo de Vivette García Deister, *Interruptores, baterías y redes. El manejo de la complejidad en la regulación genética* (2013) fueron una guía desde el inicio de este proyecto: el enfoque interdisciplinario histórico, filosófico y social, la confrontación de discursos sociológico-filosóficos con aquellos pronunciados (y practicados) por los científicos en acción, y la visión panorámica de que «la ciencia es un proceso productivo de contextos generadores de conocimiento, y no una actividad meramente reflexiva [...]». Los contextos son aquellos entramados que se practican todos los días en los laboratorios y grupos de investigación. Son circunstancias y condiciones que permiten a las comunidades de científicos realizar su trabajo [...]» (p. 15).

II.1.1 Organización mínima a bordo del B/O "El Puma"

II.1.1.1 Distribución espacial

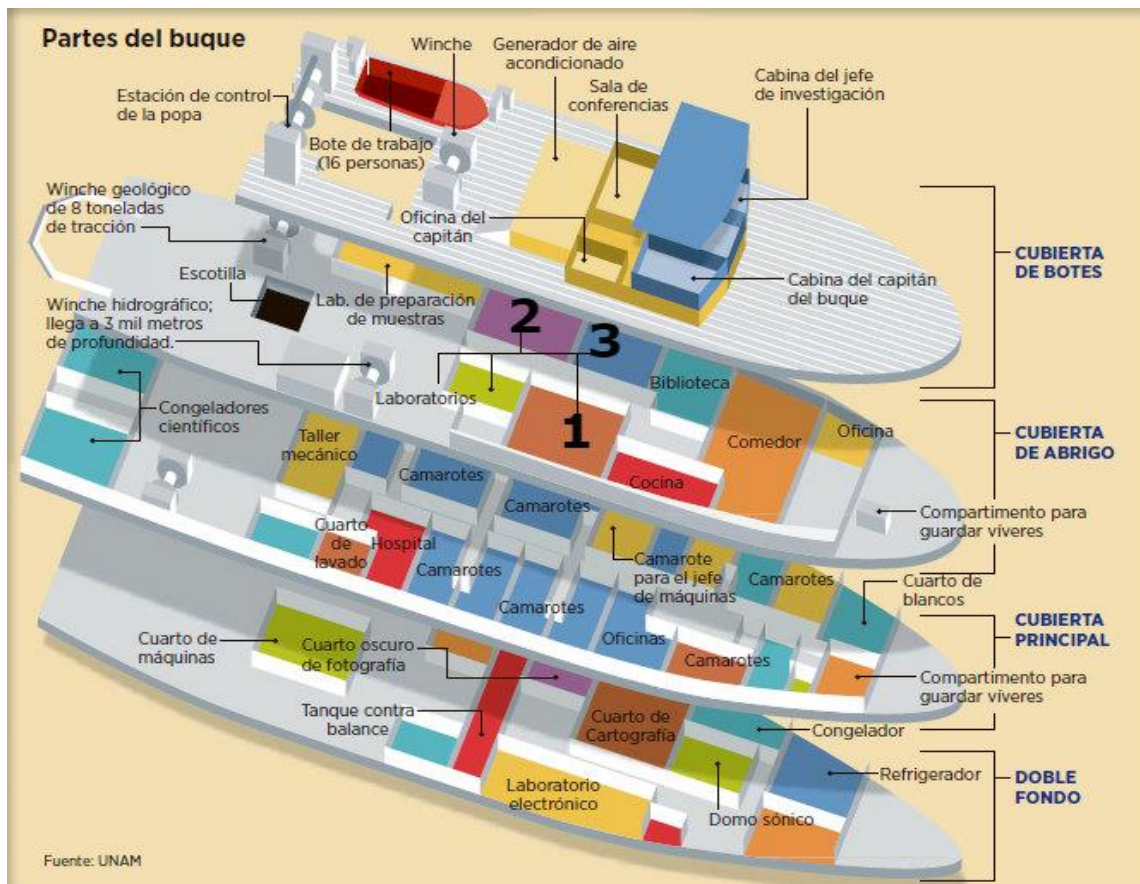


Gráfico 1. Plano del B/O El Puma. Esta gráfica se publicó en el Suplemento Posgrados, del periódico Reforma en un artículo de divulgación –impulsado por mí– sobre el curso de *Métodos de Investigación Oceanográfica*. Para consultar los planos técnicos, véase Anexo 3. La portada del reportaje está en el Anexo 4.

II.1.1.2 Localizaciones relevantes

- Cubierta de Botes
 - Cabina del Capitán (Puede de Mando)
- Cubierta de Abrigo
 - Laboratorio 1: Cuarto de Cómpu o Laboratorio de registro central
 - Laboratorio 2: Laboratorio de Química
 - Laboratorio 3: Laboratorio Microbiología
 - Mesa de trabajo de cubierta
 - Ubicación de la sonda CTD, la draga de caja Reineck y el nucleador de gravedad
 - Comedor (para 32 personas)
- Cubierta Principal
 - Camarotes de la tripulación científica (2 camarotes con litera individual, 6 camarotes con litera doble, 2 camarotes con litera triple)
 - Camarotes de la tripulación de base de El Puma

- Doble Fondo
 - Cuarto de máquinas

II.1.1.3 Vocabulario mínimo

- **Babor:** izquierda del barco (con relación a la proa)
- **Estribor:** derecha del barco (con relación a la proa)
- **Proa:** parte delantera del barco
- **Popa:** parte trasera del barco
- **Amura:** Sector del barco ubicado al 045° y al 315° relativo, considerando el 000° a la proa
- **Aleta:** Sector del barco ubicado al 135° y al 225° relativo, considerando el 000° a la proa
- **Eslora:** largo de un buque medido en su plano longitudinal
- **Navegación costera:** La que usa puntos de la costa y objetos terrestres visibles para situarse
- **Navegación por estima:** La que se determina por los rumbos y distancias navegadas
- **Navegación astronómica:** Es la que se determina por las observaciones de cuerpos celestes
- **Navegación electrónica:** Es la que usa tecnología GPS (satelital)
- **Barlovento:** El término que indica el sentido desde donde viene el viento, con respecto a un observador situado en el buque
- **Sotavento:** Indica el sentido por donde se va el viento con respecto a un observador situado en el buque
- **Calado:** La medida que indica la distancia que existe entre el canto inferior de la quilla y la línea de flotación
- **Meridiano:** Es un círculo máximo imaginario que pasa por los polos, en sentido Norte-Sur
- **Paralelo:** Son círculos imaginarios paralelos al Ecuador y que disminuyen de diámetro a medida que se acercan a los polos
- **Latitud:** Es la distancia de un lugar al Ecuador y se mide sobre el meridiano del "lugar"
- **Longitud:** Es la distancia que hay desde el meridiano de Greenwich hasta el meridiano del "lugar" y se mide sobre el Ecuador.
- **Rosa sexagesimal:** Es una rosa náutica, que indica los puntos cardinales graduados de 60° en 60°, hasta completar los 360°
- **1 milla marina:** Equivale a la distancia exacta que existe entre 2 paralelos separados por 1 minuto de término medio de latitud entre sí
- **1 nudo de velocidad:** 1852.25 m / 3600 seg.
- **Compás magnético:** Aplicación de la brújula magnética que lleva una rosa náutica
- **Giro compás:** Instrumento eléctrico - mecánico que señala el Norte verdadero (magnético)
- **Ecosonda:** Instrumento electrónico para medir profundidades (batimetrías)
- **Winche:** mecanismo que, a través de fuerza mecánica, suelta o enrolla cables o cuerdas que sostiene aparatos de medición oceanográfica. El *winchero* es su operador.

II.1.1.4 Organización funcional de la tripulación

TRIPULACIÓN DEL B/O EL PUMA



Pascual Barajas Flores – Capitán de Altura



Manuel A. Martínez Díaz - 1er Oficial de Cubierta



José Osuna Astorga - 2do Oficial de Cubierta



Abel Francisco Mendía González - Contramaestre



Manuel A. Cortés Castillo - Marinero Timonel



Francisco Osuna López - Marinero Timonel



Aurelio Ovalle Martínez - Jefe de Máquinas



Luis Castañeda Segura - Primer Oficial de Máquinas



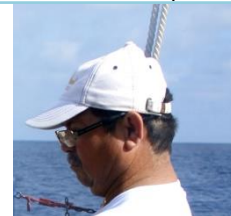
Armando III Jaime Ramos - 2do Oficial de Máquinas



Ramón Flores Munguía - Cocinero



Ernesto Soriano Padilla - Cocinero



José Félix Flores Sandoval - Camarero



Cándido Arias López - Operario Especialista



José de Jesús Hernández Flores - Ingeniero Marino Electrónico



René García Torres - Ingeniero Marino Electricista

TRIPULACIÓN CIENTÍFICA

a) ALUMNOS



Alejandra Díaz Álvarez - Biología



Alfonso Ventura Valdez -
Ingeniería



Alonso Pérez Pérez – Filosofía de
la ciencia



Brenda Barbosa Nieto - Biología



Brenda Flores Esquivel -
Multimedia



David Landeros Tafolla - Física



Francisco Márquez Borrás -
Biología



Giovanna Guerrero Correa -
Biología



Ingrid Antillón Zaragoza - Biología



Jorge Clouthier López – Ciencias
atmosféricas



Julieta Álvarez Servín - Biología



Mariel Barjau Aguilar - Química



Mario Gatica Martínez - Biología



Marisela Bernal Francisco -
Ingeniería



Metzli Romero Robles – Ciencias
de la Tierra



Miriam Barrientos Palacios -
Biología



Miriam Saskia Muller – Biología



Tayra Parada Zarate - Biología

b) PROFESORES



Dr. Antonio Zoilo Márquez García
- Geología



Dr. Livia Sánchez Rueda -
Microbiología



Dr. Luz María López Gómez -
Química



Dr. Margarito Álvarez Rubio -
Necton



Dr. María Nuria Méndez Ubach –
Bentos



Dr. Rodolfo Meza Peredo -
Meteorología



Dr. Sergio Licea Durán -
Fitoplancton



Dr. Sergio Rendón Rodríguez -
Zooplancton

c) JEFE DE CRUCERO Y COORDINADOR LOGÍSTICO



Dr. Miguel Ángel Alatorre Mendieta - Física



Víctor Luna Gómez - Ingeniería

Esta tripulación es funcional en la medida en que se distinguen sus rasgos y labores dentro de El Puma. El recuadro rojo que enmarca a los Capitanes hace referencia a la máxima jerarquía en el buque; cada uno de ellos está al mando en un horario determinado respecto a las Guardias de trabajo (aunque una decisión de mucha importancia debe ser consultada con el Capitán Barajas) y mantiene contacto más o menos continuo con el Jefe de Crucero.

El Contraмаestre y los Marineros Timoneles (en ese orden jerárquico, en el recuadro azul y verde respectivamente) son los segundos a cargo en cuestiones de navegación y maniobras en cubierta. La Tripulación científica tiene contacto más próximo y recurrente con ellos pues –como se verá más adelante– hay maniobras en que se requiere su asistencia. En tiempos libres la interacción con ellos es valiosa pues uno conoce desde aspectos de la organización general del buque, hasta la realización de nudos diversos y vivencias de la profesión marítima.

El resto de la tripulación cumple un papel fundamental, sin embargo la interacción con la tripulación científica es esporádica. En el caso de los encargados del Cuarto de máquinas, su labor los mantiene en la sección de Doble Fondo del buque, que tiene una mayor actividad al zarpar o llegar a puerto⁶². Las decisiones y maniobras técnicas son cuestiones totalmente a cargo de ellos junto con los Capitanes.

La convivencia con la tripulación a cargo de la cocina y los camarotes es también ocasional y sobre todo en contextos sin una actividad científica de por medio. Finalmente, el Ingeniero Marino Electrónico es acaso –de la tripulación especializada– uno de los que más tienen contacto con las Guardias de trabajo, pero sólo en los casos de una descompostura específica (mecánica o electrónica).

⁶² Véase la descripción de Edwin Hutchins en su libro *Cognition in the Wild* «I had spent most of the preceding week down in the bowels of the ship, observing engineering operations and talking to the boiler technicians and machinist's mates who inhabited that hot, wet, noisy tangle of boilers, pumps and pipes called the engineering spaces» (p. xi).

Guardias de trabajo

Las guardias de trabajo se dividieron así⁶³:

Guardia A (horario de trabajo: 12:00 – 16:00 / 00:00 – 4:00)

- Mariel Barjau
- Mario Gatica
- Alfonso Ventura
- Metzli Romero (Jefe de Guardia)
- Ingrid Antillón (Jefe de Guardia)
- Jorge Clouthier

Guardia B (horario de trabajo: 8:00 – 12:00 / 20:00 – 00:00)

- David Tafolla
- Giovanna Correa
- Alejandra Díaz (Jefe de Guardia)
- Brenda Barbosa
- Marisela Bernal
- Alonso Pérez (Jefe de Guardia)

Guardia C (horario de trabajo: 4:00 – 8:00 / 16:00 – 20:00)

- Francisco Márquez (Jefe de Guardia)
- Julieta Álvarez
- Miriam Barrientos
- Miriam Saskia (Jefe de Guardia)
- Tayra Parada

⁶³ Los grupos fueron determinados por el Jefe del Crucero y el Coordinador Logístico. El «Jefe de Guardia» tenía la responsabilidad de reportar correctamente todo lo hecho durante el horario de muestreo que competía a su guardia. Esta función se turnó un par de veces para asegurar que varios tripulantes científicos tuvieran a su cargo la coordinación de su equipo.

II.1.2 Características generales de la campaña oceanográfica

Nombre de la Campaña: GIOXPOM-2016⁶⁴

Curso (impartido a bordo de El Puma): 3 – 5 de mayo de 2016

-Recorrido del buque zarpando y regresando a Mazatlán el mismo día (acoplamiento al barco y primeras ejecuciones de muestreos)

Recorrido del derrotero GIOXPOM-2016: 6 – 12 mayo de 2016

-Derrotero a seguir en mar abierto y sin regreso a Mazatlán hasta finalizada la campaña

Objetivos

Entender la dinámica de la región, los procesos biogeoquímicos, la distribución de los productores primarios y de otros organismos. En concreto, aportar información sobre la distribución de oxígeno disuelto (OD) y elementos biolimitantes N y P y clorofila -a en el Pacífico Oriental Tropical Mexicano.

Objetivos específicos

- a) Realizar las mediciones de las variables oceanográficas (temperatura, salinidad, profundidad, oxígeno disuelto);
- b) Estimar la profundidad a la que se localiza la zona del mínimo oxígeno (ZMO)
- c) Complementar la información sobre el giro anticiclónico frente a Cabo Corrientes
- d) Comparar la fauna béntica a diferentes profundidades
- e) Realizar el perfil batimétrico de Bahía Banderas
- f) Comparar zooplancton entre zonas próximas y alejadas del giro anticiclónico de Cabo Corrientes
- g) Conocer el tipo y composición de sedimentos

⁶⁴ El nombre de la expedición en la que participé, GIOXPOM-2016, viene de las iniciales de nuestros objetivos científicos y de la zona de exploración: nuestro grupo del curso de Métodos de Investigación Oceanográfica del año 2016 tenía la meta científica de localizar un giro oceánico (fenómeno interpretado principalmente desde la física) y calcular el oxígeno disuelto; nuestra navegación fue en el Pacífico Oriental Mexicano.

Como un primer apunte de orden epistemológico, cabe señalar que la guía inicial del trazo del derrotero fue a partir de un escrito académico de Oceanografía física (Kurczyn *et al.*, 2013) que describía la localización de un fenómeno de choque de masas de agua en la zona de Cabo Corrientes. Estos giros (*mesoscale eddies*) son deducidos a partir de dos técnicas: 1) mediante el contraste y variación de ciertas características físico-químicas de las masas de agua (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto) en el intervalo entre la superficie y los 1,500 metros de profundidad. También se usan perfiladores verticales de velocidad y dirección del agua; todos esos datos fueron procesados en un software (LDEO IX.7) de la Universidad de Colombia; 2) a través de informaciones satelitales que, vía ingeniería óptica y a través de métodos de interpretación de la altimetría satelital, arrojan informaciones sobre anomalías en el nivel del mar. El planteamiento de poder tomar muestras en la misma zona que este estudio (con la técnica 1) convenció a la tripulación científica de GIOXPOM-2016 de trazar el derrotero desde Mazatlán hasta Cabo Corrientes; después se buscarían intereses biológicos y geológicos de la zona. El título mismo de esta tesis («1000 millas náuticas...») hace referencia a uno de los objetivos reportados en el Plan de Campaña Oceanográfica inicial (ver Anexo 5).

II.2 Identidades en la Oceanografía: algunos apuntes

...the idea of learning biology proper in a laboratory or a museum is as preposterous as the idea of learning navigation from a toy ship on a mill pond.

W. E. Ritter, 1922

Hay cierto tipo de identidad colectiva en un grupo que está dispuesto a embarcarse días en el océano; esto es porque hay cierta identidad en la imagen misma de «un oceanógrafo» (como la imagen que proyectó Jaques Cousteau): estar a veces con la ropa y zapatos mojados, lodoso, trabajar en turnos peculiares (como de 4 am a 8 am o de medianoche hasta las 4 am) y, sin duda, marearse a menudo.

Registros de consideraciones navales en el México de inicios del siglo XX muestran que el marco normativo que atiende a las implicaciones por el mareo no es para soslayarse. Un ejemplo:

La objeción principal que se ha venido haciendo para que el plantel de que me ocupó se ubique en Veracruz consiste en el temor de que no haya número bastante de jóvenes que se *atrevan* a ir allí, por temor del vómito y que sacrifique algunos de los cursantes⁶⁵.

Fue así que al cuarto día de navegación, en el que por fin el Buque Oceanográfico “El Puma” se enfilaba hacia altamar del Pacífico Oriental Mexicano, tuvo que regresar intempestivamente a puerto. Una de las tripulantes del equipo científico se había irritado tanto el estómago (por padecer mareo diario) que comenzaba a vomitar sangre en vez de bilis.

Una parte importante de las condiciones de la organización de la Oceanografía desde un buque reside en considerar la cadencia del océano. Y esto no sólo por el peligro de que costosos aparatos caigan y se estropeen; ese bamboleo ha hecho –desde la más antigua embarcación lanzada al agua– que personas queden físicamente inhabilitadas para *ser parte* (organizacional,

⁶⁵ Esta condición no podría formularse *a priori* de estar en la mar, pues uno no puede determinar fisiológicamente si el cuerpo es más o menos propenso a marearse. Se puede considerar cercano al ejemplo de aprender a andar en bicicleta: es un tipo de conocimiento en el que la kinestésica se debe de vivir corpóreamente antes que inteligirse explícitamente en símbolos a manera de instrucciones (el ejemplo clásico de Polanyi en 1958: *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy*. University of Chicago Press). Respecto de la cita, véase: De Dios, J. (1962), *Historia marítima de México*, Litorales, p. 323 (el énfasis en tipografía itálica es mío).

funcionalmente, sistémicamente) de una tripulación. Sin duda esto es una condicionante del ejercicio mismo de nuestros «poderes cognitivos» (a los que hace referencia Hutchins) pues, aunque el barco constituye el ambiente mismo de ejecución de esas capacidades, está supeditado al factor de un movimiento sin tregua.

Esto funge, muchas veces, como una primera prueba o reto a vencer por el novel oceanógrafo – al menos el que pasará buena parte de su tiempo profesional a bordo de un buque. El papel que juega el reponerse a la adversidad (en concreto, frente a esta prueba física ineludible) es muy importante en la identidad tanto personal como grupal de una expedición en altamar⁶⁶. Puede decirse que la motivación por llevar a término los objetivos científicos «enfrentando» el mareo es uno de los puntos de partida para ciertos procesos de deliberación⁶⁷. Por ejemplo, los que atañen a la profesión oceanográfica y sus fines.

Visualicemos esto dentro de las alternativas que se posan frente a un oceanógrafo en formación; dado que la recolección de material científico desde un buque no es la única tarea a la que se puede dedicar un profesional de las Ciencias del mar, una norma que guía la decisión entre conferirse a las campañas oceanográficas o, por ejemplo, al procesamiento computacional de los

⁶⁶ Así, el Doctor Miguel Ángel Alatorre (oceanógrafo físico), coordinador este año (2016) del *Curso de Métodos de Investigación Oceanográfica*, narra que en su primera experiencia sobre un buque se mareó mucho, la paso fatal, y se llegó a preguntar «¿qué hago aquí?». Hoy tiene treinta y seis años de participar en campañas oceanográficas desde que El Puma se estrenó; él mismo configuró varios equipos computacionales y, otras tantas veces, tuvo que instalarlos personalmente. El valor no-epistémico de la perseverancia a pesar de la adversidad es clave en la ética del oceanógrafo (en el sentido que Michel Foucault la discute como *determinación de la sustancia ética* en su *Historia de la sexualidad 2*: la manera en que el individuo debe dar forma a cierta parte de sí mismo). En el caso concreto del mareo a bordo, se hace consistir lo esencial de la superación de la adversidad en la lucha mental por no abatirse completamente frente a un estado físico-anímico pues éste es pasajero al tratarse de la adaptación del cuerpo al movimiento. El manual que se le da a todo tripulante de El Puma, “Bienvenido a Bordo”, dice expresamente al respecto: «No hay que rendirse, trabajo normal aunque cueste mayor esfuerzo. ¡Enfrentarlo con valentía y ahínco, sabiendo que pronto se aliviará y volverá el placer de trabajar y navegar!» (Apéndice: Manejo del mareo).

⁶⁷ Martínez, S. (2003) *Geografía de las prácticas científicas*, pp. 169-188.

datos recolectados en un laboratorio en tierra firme, es justamente la condicionante práctica de la severa vida en altamar⁶⁸.

Esta coyuntura, entre otras cosas, ha dado pie a un modo de diferenciación en la jerga del oceanógrafo: ser un oceanógrafo *versus* ser un «oceanógrafo de salón»⁶⁹. Éste último sería el prototipo de un científico marino que nunca se ha subido a un barco y, sin embargo, puede sustentar un título de doctorado. ¿En qué radica la tensión entre estas identidades?

El impulso internacional de exploración de los océanos a través de buques oceanográficos es reciente⁷⁰. Si bien gran parte de la configuración tecnológica de la Oceanografía contemporánea se debe a desarrollos bélicos durante la Guerra Fría⁷¹, los objetivos epistémicos de exploración científica marina en su sentido actual se afianzan durante el último tercio del siglo XX.

El acuerdo de una «Constitución del Océano» (1982), el paradigma medioambiental del Desarrollo Sustentable en Río de Janeiro (1992), y la formación de la *Intergovernmental Oceanographic Commission* de la UNESCO (que declaró en 1998 el Año Internacional del Océano) «lanzó» centenares de embarcaciones a los mares del mundo, guiadas por objetivo epistemológico de estabilizar una interpretación conjunta de la lógica del equilibrio planetario.

De esta ingente tarea es heredero Ingvar Emilsson, el oceanógrafo físico comisionado por la UNESCO en 1980 para consolidar las Ciencias del mar en México. La convicción que él transmitió a

⁶⁸ Para consultar ejemplos históricos de la caracterización de la vida en altamar como severa, véase la Sección 2 de la parte de Anexos de esta tesis.

⁶⁹ «El plan de estudios obliga a los estudiantes a realizar una práctica en el mar porque se quiere evitar que haya oceanógrafos de salón, gente que se doctoró o tiene estudios en oceanografía que nunca se ha subido a un barco» explica Vivianne Solís Wolfowitz-Weiss, coordinadora de la asignatura Métodos de Muestreo en Investigación Oceanográfica (sic) desde hace 23 años. «Queremos que aprendan cómo moverse en un barco, que aprendan a navegarlo». Esto es un extracto de una entrevista realizada por el suplemento *Posgrados*, del periódico Reforma, en su edición de junio del 2016. La Dra. Vivianne es una de las pioneras de la oceanografía en México, alumna del Dr. Ingvar Emilsson, personaje central para la compra de los buques como se ha mencionado al final del Capítulo I.

⁷⁰ El primer buque exclusivo para ello fue el *Albatross*, encargado a Alexander Agassiz –ingeniero y científico marino de la Universidad de Harvard– por la *U.S. Fish Commission* en 1882. Otras universidades, como la de California, en Berkeley, o el Carnegie Institute poco a poco aventuraban cruceros adaptados específicamente para los requerimientos científicos; sin embargo esto distaba aún de ser un esfuerzo sistemático e internacionalmente articulado.

⁷¹ Hamblin, J. D. (2005), *Oceanographers and the Cold War : Sisciples of Marine Science*. Seattle: University of Washington Press

sus alumnos es que «Para investigar el mar hay que irse a él...»⁷². En cierto grado –y en el contexto de las exploraciones marítimas internacionales de esa época– un buque oceanográfico era condición *sine qua non* de la Oceanografía misma.

Precisamente, se requerían datos extraídos de muestreos marinos para sustentar consensos internacionales sobre patrones de salinidad, temperatura y profundidad; también había que afinar teorías sobre la circulación oceánica –propuestas desde 1749– proveyendo información dondequiera que hubiese ambigüedades, huecos o métodos heterogéneos. Además de estos objetivos concretos, la empresa de una campaña oceanográfica representaba enormes retos logísticos: movilización de recursos económicos, delimitación de objetivos epistémicos acotados por posibilidades materiales-instrumentales, personal especializado, conocimiento del régimen de mar, etc.

Así, el espíritu del curso teórico/práctico de *Métodos* es fiel a la vieja enseñanza de «presentar el concepto global de la problemática de observar y muestrear el medio marino en todas sus facetas»⁷³. En otras palabras, es el ejercicio de la asimilación de la dimensión implícita de las teorizaciones sobre el océano⁷⁴. Pero esto entra en tensión con la posibilidad misma de hacer abstracciones sobre ciertos fenómenos del mar –que, por ejemplo, la Física ha hecho desde tiempos remotos– sin la obligatoriedad de «irse a él»⁷⁵.

Dependiendo de la definición del fenómeno y el éxito o fracaso relativo (a un marco de explicación científica) de cierto tratamiento abstracto del océano, es que los modelos utilizados pueden requerir cierta afinación proveniente de datos/muestreos/hallazgos *in situ*; pero puede

⁷² Emilsson, I. (2000). «Organización y ejecución de Campañas Oceanográficas» en Granados, A., Solís, V., Bernal, R. (eds.), *Métodos de Muestreo en la Investigación Oceanográfica*, Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, p. 12. Esta cuestión y el personaje histórico se retoma en el apartado II.7 de este Capítulo.

⁷³ Emilsson, I. (2000). *op cit.*, p. 8.

⁷⁴ Véase la discusión sobre conocimiento tácito de Polanyi que discute Martínez en *Hacia una filosofía... op cit.*, p. 54-59

⁷⁵ La incorporación sistemática de información satelital como una de las guías de la Oceanografía a finales del siglo XX sin duda ha contribuido a esta escisión.

sucedan que las interpretaciones derivadas de un modelo específico consolidado no requieran –al menos por un tiempo– de aportaciones de campo. En esto consiste la bifurcación entre oceanógrafos y «oceanógrafos de salón»: tanto es posible dedicar una vida profesional a bordo de un buque, como lo es procesando datos y/o ayudando a interpretaciones generales a través de modelos (numéricos y de variables complejas) que contienen problemáticas de otra índole, pero que al final están ligados al objetivo epistémico de ofrecer una interpretación global del equilibrio planetario⁷⁶.

El regreso de El Puma a puerto para atender el estado de salud de una de las tripulantes científicas tuvo repercusiones en el derrotero. El cambio de ruta de la expedición GIOXPOM-2016 consumió 8 horas no planeadas en el Plan de Campaña. La relevancia de esto debe filtrarse, en gran medida, por los criterios económicos que supone la navegación oceanográfica: dada la cantidad de recursos movilizados, el tiempo a bordo se cronometra las 24 horas pues la eficiencia debe ser impecable.

Pero, a pesar del contratiempo, ¿cómo fue posible que los trayectos pudieran rehacerse y planearse de forma distinta sin mayor afectación global a los objetivos científicos?

La lógica de la problemática global que el curso de *Métodos* pretende transmitir también tiene que ver con el diseño mismo de un Plan de Campaña Oceanográfica. Teniendo por regla que un derrotero nunca preservará su forma original, la organización de una campaña oceanográfica tiene el sesgo sistemático de la flexibilidad estratégica del derrotero ante eventualidades⁷⁷: se enseña la

⁷⁶ Ciertamente, esta tesis tiene indicadores de la importancia de la asimilación de la dimensión implícita de la teoría oceanográfica a bordo de un buque. Si éste sigue siendo un «informante» de la disciplina se vuelve relevante en el proceso cognitivo global conocer los alcances y limitaciones que tiene la toma de datos *in situ* con todas las determinaciones contextuales que lo rodean.

⁷⁷ A esto refiere Martínez cuando dice: «Sin embargo, para formular claramente la distinción entre algoritmo y heurística que me interesa recalcar aquí, voy a hablar de procedimientos heurísticos cuando quiera referirme a reglas cuya individuación y/o aplicación dependa de su implementación material, y esa implementación genere un sesgo distintivo de la heurística» (*Geografía de las prácticas científicas*, p. 94). El caso del plan de campaña sería una estructura heurística

anticipación de maniobras a realizar para cambiar el derrotero de forma rápida, eficiente y en la medida de lo posible, por todos consensuada.

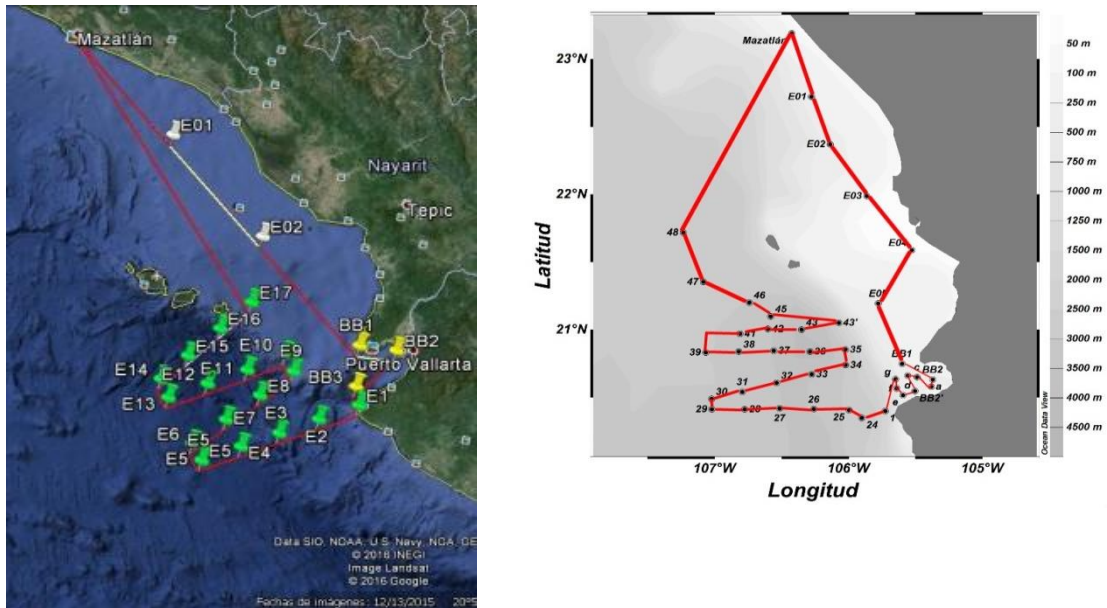


Gráfico 2 y 3. Muestra el cambio en el derrotero desde la primera propuesta del anteproyecto (29 de marzo de 2016) y el derrotero realmente recorrido y plasmado así en el Reporte de datos (21 de junio de 2016).

Al tomar velocidad y dirección desde Puerto Vallarta, lugar a donde dejamos a la tripulante del equipo científico, El Puma estaría por dirigirse 5 días consecutivos en altamar, trazando varios zigzagueos en el transecto para cubrir el nuevo derrotero.

II.3 Recursos materiales: la importancia del CTD

Si en algo se distingue la investigación oceanográfica desde un buque es por lo adverso del medio que investiga. Frente a fuerzas físicas titánicas, como lo es la presión de las profundidades cuando se llega a varios miles de metros o el ímpetu de las corrientes submarinas, es inviable la investigación y colecta de muestras que no esté mediada por un instrumento.

Así, la cultura material del ámbito naval no es ni sugerente, ni imaginable, simplemente es constitutiva; empezando porque el ambiente mismo de la campaña de nuestro estudio es una

que, si bien no está ligada directamente a una inferencia física, química, biológica o geológica en concreto, determina en su implementación fáctica las posibilidades de ejecución de técnicas de muestreo físico, químico, biológico y geológico.

plataforma flotante –de más de 1000 toneladas de hierro– que traslada algunos contextos científicamente funcionales de las ciudades (laboratorios, instrumentos de esos laboratorios, sistemas computacionales y electrónicos) hacia el piélago.

En las vísperas del comienzo de la campaña GIOXPOM-2016 había varias cosas por considerar. La lista de los medios necesarios, según el Manual del curso, debe contemplar al personal, el equipo científico, los medios financieros y los medios logísticos. Aquí nos ocuparemos de algunos aspectos filosóficos de un equipo científico fundamental que, en muchos sentidos, abre las posibilidades de significación oceanográfica frente al extenso mar.

Uno de los pendientes principales era asegurar el arribo oportuno, desde Tuxpan hasta Mazatlán –lugar de donde zarparíamos–, de aquel instrumento elemental para la Oceanografía: el sensor de Conductividad, Temperatura y Profundidad (CTD, por sus siglas en inglés).



Foto 2. CTD propiedad de la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente se usa un CTD para los dos buques que tiene la UNAM, El Puma y el Justo Sierra (ubicado este último en Veracruz). Su traslado requiere enviar una solicitud a la Coordinación de Plataformas Oceanográficas de la UNAM, justificar su uso científico, y programar su mudanza en camión.

Cuando se hace descender el CTD a una profundidad fijada de acuerdo a las lecturas de la batimetría –a cargo de una ecosonda de 18kHz y el *software* SONAR v.5–, en pocos segundos se tiene en una pantalla algo más que la inmensidad vacía: en tiempo real, los sensores (modelo SEABIRD SBE 9 Plus, de aproximadamente un millón de dólares de precio) reportan a una

computadora registros continuos de magnitudes Físico-Químicas que, concatenando la serie y proyectándola sobre un plano cartesiano, dibujan gráficas que modelan a las masas de agua oceánicas.



Foto 3. En orden de arriba abajo, y de izquierda a derecha: el monitor que reporta la batimetría, el monitor que arroja las gráficas de la masa de agua, luego el monitor del GPS en representación gráfica, y finalmente el monitor que arroja datos de geolocalización en valores numéricos.

La historia del CTD simpatiza con la perspectiva anímica de James Blaker Jr. –reconocido oceanógrafo físico–, quien coloca como epígrafe a su texto *Ocean Instruments and Experiment Design* esta frase: «We know what gear will catch but we do not know what it will not catch»⁷⁸. Bajo esta guía, la manufactura del CTD proviene de una situación de reflexión metodológica en el ámbito instrumental del muestreo oceanográfico: si las muestras son informaciones de *loci* específicos en la columna de agua, ¿qué tipo de información podemos llegar a interpretar desde series continuas, es decir, lo que hay entre dos intervalos de muestra?

Aquí aprovecho una breve investigación histórica (véase Anexo 6), realizada por mí, para el seminario del Posgrado en Filosofía de la Ciencia llamado *Fundamentos teórico-metodológicos: filosofía e historia de la química*⁷⁹. En la forma de un diagrama heurístico llamado «El desarrollo instrumental de la Oceanografía en el contexto de las tradiciones experimentales: el caso de la sonda CTD», se condensan hechos históricos que tuvieron como guía afinar el problema de la

⁷⁸ Cosa dicha por el oceanógrafo M.R. Clarke en 1977. Véase: Baker, J. (1980), «Ocean Instruments and Experiment Design» en Bruce Warren, and Carl Wunsch, (1980), *Evolution of Physical Oceanography*, Spring 2007. Massachusetts Institute of Technology.

⁷⁹ El curso es impartido por el Dr. José Antonio Chamizo y por el maestro Juan Carlos García Cruz.

continuidad a partir de una limitante instrumental: el antecesor de los sensores para perfilar escalas de distribución de temperatura y salinidad era un termómetro de mercurio reversible (para temperatura); en la colecta de muestras de aguas *a posteriori* se determinaba la salinidad.

Aunque rústico, el método del termómetro reversible se consideraba confiable y sencillo. La precisión en la ingeniería de sensores –a través de nuevos materiales– le permitieron a Hamon y Brown (que solicitaron la patente del CTD alrededor de 1960) demostrar, a lo largo de 62 expediciones de calibración, que a través de un sistema de reacción de la conductividad eléctrica, se podían reportar datos continuos y confiables de la salinidad (determinada por la propiedad de conductividad), temperatura y profundidad. A la vez, como era un instrumento eléctrico-electrónico, se tuvo que solucionar el problema del suplemento de energía eficiente a través del mismo cable que lo sostiene en su descenso.

El atrincheramiento de este método instrumental ayudó a la práctica misma de la Oceanografía desde un buque, además de que jugó un papel decisivo en el desarrollo de las ideas sobre la circulación oceánica y los procesos de mezcla en la columna de agua.

Sobre lo primero, la capacidad de determinar inmediatamente indicadores de salinidad permitiría tomar decisiones en tiempo real para la investigación en curso –si es que, por ejemplo, habría que cambiar de curso para buscar una zona con factores químicos específicos⁸⁰. Sobre lo segundo: el poder determinar con precisión los niveles de salinidad en las aguas del Polo Norte abonó a la tesis de que en esa zona ocurre el hundimiento de masas de agua (por diferencia de densidades) y así comienza el ciclo de circulación oceánica, llamado metafóricamente *Conveyor Belt*⁸¹.

⁸⁰ Para una descripción del trabajo en equipo a la hora de usar el CTD, véase el Anexo 7.

⁸¹ Véase: Baker, J. (1980), *op cit.* p. 414-420. Un trabajo interesante sobre la metáfora de la circulación oceánica en: Brüning, R. & Lohman, G. (1999). «Charles S. Peirce on Creative Metaphor: A Case Study on the Conveyor Belt Metaphor in Oceanography» en *Foundations of Science* 4: 389-403

La descompostura temporal del CTD, el 9 de mayo, generó un sentimiento de intranquilidad en la expedición GIOXPOM-2016. Haber esbozado la importancia heurística de este aparato nos da una idea de qué se pierde si no está en funcionamiento⁸². En nuestro caso, varios fines epistémicos hubiesen quedado suspendidos pues del perfilamiento continuo de la columna de agua de Pacífico Oriental Mexicano se tenía planeado ubicar procesos biogeoquímicos, la distribución de los productores primarios, del oxígeno disuelto y de otros elementos biolimitantes como el sodio (K), fósforo (P) y la clorofila (tipo -a).

La pericia de Ingeniero Marino Electrónico, José de Jesús Hernández Flores –el güero– localizó el problema técnico y puso a funcionar al CTD de nuevo, cuatro horas después de su avería. Con ello se desplazaron algunos tiempos planeados, se aprovechó para regularizar el siempre acumulado procesamiento de muestras de agua de mar (para determinar, justamente, el oxígeno disuelto), y también hubo un poco de tiempo libre. Aun así, la flexibilidad constitutiva de un plan de campaña oceanográfico pudo reordenar –por segunda vez– sus elementos y fuerza de trabajo de tal manera que siempre había algo que hacer.

II.4 Espacios de práctica-conocimiento: contornos de la indagación⁸³

La relevancia de conocer algunas maniobras físicas que conlleva la investigación oceanográfica sobre un buque requiere una propedéutica *ad hoc*. No por nada una de las sesiones del curso de *Métodos* fue impartida en la alberca olímpica de la UNAM. Había que familiarizarse con las fuerzas

⁸² En el Anexo 8 se puede ver, dentro de la cronometración de las actividades de muestreo oceanográfico, que la gran mayoría incluyen el uso del CTD para perfilar la columna de agua. En GIOXPOM-2016 hubo otro caso de descompostura más, pero fue el de una red de muestreo para zooplankton. En uno de los descensos no se aseguró bien un copo de plástico que va enroscado al final de la red, y se perdió. Sin embargo la posibilidad de improvisación material (adaptando otro recipiente o parchando las mallas rotas) no ponían en peligro del todo ese método de muestreo. Incluso perdiendo la capacidad de muestreo de esa red, se podría llegar a la adecuación de la presentación de los resultados aclarando que se recolectó un volumen menor de organismos.

⁸³ Sigo a Sergio Martínez cuando dice: «Considero que a través de una reflexión sobre la manera como se establecen los contornos normativos de la indagación racional, esto es, a través de su articulación en prácticas, puede replantearse la relación entre ciencia y epistemología como eje de una filosofía de la ciencia no reduccionista» (*Geografía de las prácticas científicas*, 2003, p. 10). Haber incorporado una etnografía a este trabajo filosófico es una de las formas en que abono al replanteamiento de la relación entre ciencia y epistemología.

mecánicas del descenso de un aparato, el comportamiento general de un instrumento bajo el agua y sus funciones específicas, y la cadena de organización grupal distribuida en grupos de trabajo y labores diferenciadas.



Foto 4 y 5. A la izquierda, desde la plataforma de clavados (a 10 metros de altura) en la Alberca Olímpica de la UNAM, se ensaya el descenso de un instrumento con sensores parecidos a los del CTD. A la derecha, una botella Van Dorn que colecta muestras de agua a partir de un mecanismo manual de cierre. La práctica se realizó el 22 de febrero de 2016, dos meses antes de la salida del buque (Véase Anexo 9)

La importancia de afinar la destreza para el manejo de instrumentos específicos es recalca por Martínez:

Un experimento o una teoría se dan en un tipo de contexto o situación que muchas prácticas nos ayudan a delimitar. Por ejemplo, las prácticas que establecen el uso correcto de ciertos instrumentos contribuyen a delimitar las implicaciones de un experimento para la construcción de un fenómeno o para el alcance de una teoría. Un experimento forma parte de una situación o contexto epistémico en la medida en que prácticas del manejo de instrumentos, prácticas relacionadas con el manejo confiable de modelos matemáticos, métodos de aproximación, etc., confluyen en la determinación de un resultado estable y epistémicamente significativo...⁸⁴

El uso diestro de los instrumentos con los que se cuenta sí que determina un resultado estable y epistémicamente significativo de las muestras a tomar. Para el caso de las botellas de la Foto 14, la práctica en la alberca permite ver el mecanismo de cierre y las fallas a las que pueden estar

⁸⁴ Martínez, S. (2003), *op cit.*, p. 22

expuestas. Si bien las botellas de muestreo que se usaron en la expedición GIOXPOM-2016 estaban incorporadas a la estructura del CTD y su cierre depende de una señal electrónica, el mecanismo previo de preparación es manual. Del aseguramiento correcto de la tapa de cierre (que usa ligas y ganchos) depende que se capture la muestra de agua de mar en la profundidad deseada.

La naturaleza de aprendizaje del curso de *Métodos* permite prescindir de una toma de muestra a una profundidad específica si es que la botella no llega a cerrar correctamente. En todo caso se reporta en la bitácora qué recipiente no cerró y qué dato es el faltante. En otros casos de investigación, donde la determinación de las características del agua a cierta profundidad es fundamental para los fines epistémicos preestablecidos, se tendría que repetir el procedimiento de bajar el CTD. Y cuando se tratan de profundidades de miles de metros bajo la superficie, es una maniobra que puede tardar hasta 2 horas: una de bajada y otra de subida.

El espacio por excelencia de este tipo de ejecuciones prácticas es la cubierta del barco⁸⁵. Allí se encuentran gran parte de los aparatos mecánicos necesarios para hacer descender tanto el CTD⁸⁶ como los nucleadores, así como para arrastre de redes.

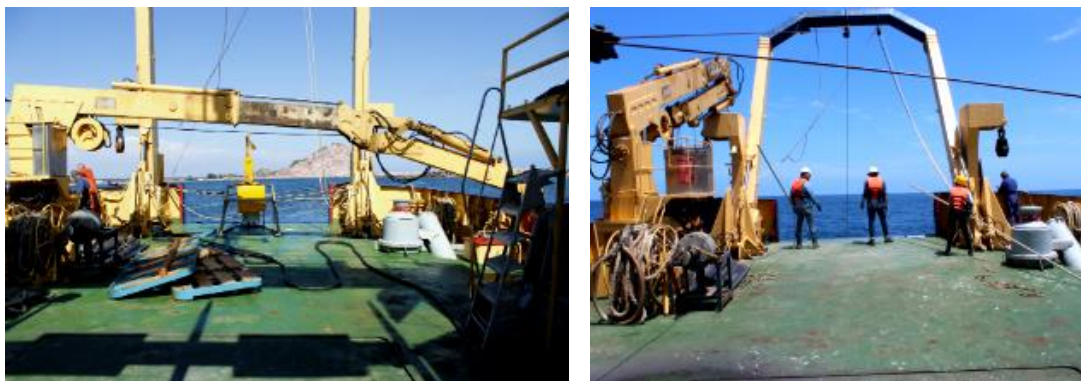


Foto 6 y 7. Perspectiva de la cubierta (de frente a la popa de El Puma). A la izquierda, el brazo mecánico que transporta al nucleador de caja Reineck. A la derecha, esperando la ejecución de la maniobra para subir a cubierta el nucleador.

⁸⁵ Parte del material etnográfico recolectado comprende fotografías y videos de los distintos espacios que compone el buque oceanográfico El Puma. Para ver un procedimiento de ascenso de la draga que recolecta sedimento marino, véase [<https://youtu.be/Uswdj4T-qlY>]. Para un recorrido virtual a bordo de El Puma: <http://www.buques.unam.mx/3DBuques/especificacionesPUMA.htm>

⁸⁶ Véase el video en donde he grabado la actividad de una guardia de trabajo a bordo de El Puma en el Cuarto de Cómputo durante el final de una maniobra con el CTD: <https://youtu.be/fLRrDy-Qxe0>

II.5 Interacciones sociales en altamar

En este escenario, los cambios de perspectiva física conllevan también un ajuste de las interacciones sociales y espacios conceptuales⁸⁷. En cuanto al ajuste de las interacciones sociales, lo que se espera de ellas en un régimen de mar está codificado en la guía «Bienvenido a Bordo»⁸⁸. Es un manual normativo («Manual de seguridad y comportamiento») de El Puma, impreso y ubicado en cada camarote de la tripulación. A continuación, algunos asuntos específicos con un respectivo comentario etnográfico:

1. **(2. Personal del Buque):** La tripulación del Buque consiste en 15 personas. Cada uno tiene su función específica. Sugerimos que usted se entere cuanto antes de quién es quién a bordo para que no pierda tiempo en pedir solución a requerimientos con personas cuya competencia es otra...
2. **(22. Quejas y sugerencias):** Todas las quejas sobre la tripulación o el servicio del Buque se deben efectuar a través del Investigador Responsable. Este principio es vital para mantener el aire de paz y armonía a bordo.
 - *Comentario: Una cadena efectiva de comunicación es aquella que respeta jerarquías navales. Ésta se distingue por dos reconocimientos: el rango y la experiencia en la mar. La máxima autoridad en El Puma es el Capitán de Altura (Pascual Barajas). En él está la última responsabilidad por la integridad del buque oceanográfico (desde un daño o pérdida mecánica por descuido, hasta el hundimiento del barco). El Jefe de Crucero es el científico encargado de la tripulación científica (comportamiento, manipulación de instrumental, rigor metodológico) y las decisiones de maniobra de muestreo necesarias para los fines de la campaña oceanográfica. De este modo, el buque está al servicio de la indagación científica excepto cuando la interpretación de las pericias navales necesarias*

⁸⁷ La experiencia de Hutchins en *Cognition in the Wild* describe tres órdenes espaciales (p. 6):

-Físico: «The first is a journey [as an ethnographer] through physical space from my home and my usual workplace to the navigation bridge of the *Palau*.

-Social: «The second space journey is a trip through social space in which I moved from the civilian social world past the ship's official gatekeepers into the social organization of the Navy... This journey closely parallels the journey through physical space because space is so often used as an element of social organization»

-Cognitivo: «The third journey is a movement through conceptual space, from the world of everyday spatial cognition into the technical world of navigation»

Para un recorrido visual parcial en primera persona de El Puma, grabado por mí, véase [<https://youtu.be/jydHuRCUR0Q>]

⁸⁸ Véase Anexo 10. Una de las primeras instrucciones de los Capitanes del buque y de los profesores del curso de *Métodos* es leer detenidamente el manual, pues no debe obviarse o trasladarse una inferencia de comportamiento adecuado en el contexto de las normas de una ciudad, o una universidad (ámbito civil, académico) al de un régimen cuasimilitar como lo es el naval científico.

para librar un escollo (fuerte viento, oleaje violento, peligro de colisión o encallamiento) sea más comprensiva desde el punto de vista del Capitán. Con ello, lo que pudiera ser un fin epistémico para muestrear en un lugar determinado –aprobado por el Jefe de Crucero– puede ser dejado de lado si las implicaciones mecánicas totales (posible daño, rendimiento, avería temporal, autonomía energética, etc.) o de seguridad de la tripulación global (tanto tripulantes habituales como la nueva tripulación científica) están en riesgo.

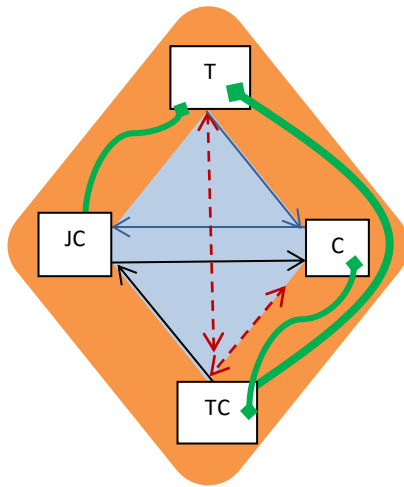


Figura 1. T = Tripulación / C = Capitán / TC = Tripulación Científica / JC = Jefe de Crucero

Las líneas continuas dentro del rombo señalan la comunicación óptima en caso de haber sugerencias o quejas desde la Tripulación hacia la Tripulación Científica o viceversa. El Capitán y el Jefe de Crucero son los mediadores entre problemas de coordinación o convivencia. Las líneas punteadas sugieren que sí existe comunicación entre estudiantes y el Capitán pero sólo en el caso de una urgencia dentro de horas de trabajo (hombre al agua, reporte de fuga o presencia de humo). La comunicación fuera del rombo interior, casual, se suscita a menudo –sobre todo en horas libres y en el exterior– como conversación amistosa.

3. **(6. Regaderas):** Tenga presente que el agua dulce a bordo es siempre limitada por lo que le suplicamos de tomar su “baño a la marinera”: remojar-enjabonar-frotar-enjuagar; acto seguido, cerrar las llaves. Las canciones y las meditaciones, por favor, déjelas para las duchas en tierra firme.
 - *Comentario: En caso de que haya riesgo de que se acabe el agua dulce todavía faltando días por navegar, se procede a llamar la atención de la tripulación. Por lo regular es la tripulación científica nueva que suele consumir agua dulce sin las medidas adecuadas para el contexto. Aunque El Puma tiene generadores de agua dulce ante cualquier urgencia, es un proceso lento y que requiere mucha energía, por lo que desde el inicio se exhorta hacia la máxima optimización.*
4. **(8. Limpieza General):** Favor de no entrar con ropas mojadas o lodosas a los interiores del Buque, excepto al laboratorio húmedo y el de preparaciones de muestras. Esto es especialmente importante respecto al Centro de Registros, el Comedor, la Biblioteca y el Puesto de Mando.

- *Comentario: Si bien la zona de cubierta –y en general, el exterior– está más propensa a estar lodosa y mojada, no por ello todo el Buque es un lugar lodoso y mojado. La cercanía de circuitos eléctricos, aparatos computacionales, riesgo de derrapar o el aseguramiento de espacios limpios de convivencia, son algunos motivos detrás de esta reglamentación.*
5. **(11. Servicios de Alimentos):** Las horas del comedor son las siguientes: Desayuno (07:30-08:00) / Comida (12:00-13:00) / Cena (18:00-19:00). Además, hay comida fría en el refrigerador para los que trabajan en la noche. También se cuenta con una máquina de refrescos de libre acceso. [...] Se debe presentar propiamente vestido al comedor.
- *Comentario: Es una regulación estricta por los horarios laborales propiamente del cocinero (ya que preparar un menú completo, diario y distinto, para 30 personas, es una labor que requiere de varias horas previas); sin embargo, es posible pedir algunos platillos y conservarlos en el refrigerador para horas posteriores. Esto debido a que hay guardias en activo específicamente en las horas de servicio de alimentos. Dado que no se permite comer un servicio completo de alimentos en horas de guardia, los afectados deberán aguardar.*
6. **(13. Seguridad a Bordo):** Cuando el Buque se encuentre navegando, se debe notificar al Puesto de Mando todas las operaciones de cubierta por parte del Grupo Científico. En las operaciones de cubierta, sólo las personas directamente involucradas debe permanecer en el área... Los winches, marcos y grúas del Buque se deben operar únicamente por los miembros de la tripulación o personas específicamente asignadas. El desacato a esta regla puede resultar en pérdidas de equipo y accidentes personales.
7. **(16. Ropa y Vestimenta de Protección):** Si bien no existen reglas estipuladas respecto a la vestimenta del Grupo Científico a bordo, he aquí unas sugerencias que le serán útiles. Use zapatos cerrados y firmes, con suelas antiderrapantes. No use chanclas abiertas ni mucho menos zapatos con tacón alto. Evite ropas sueltas y bufandas largas. Quítese los anillos de los dedos y brazaletes sueltos (muchas manos y brazos se han lastimado y mutilado a causa de tales adornos).
- *Comentario: Las operaciones en cubierta son potencialmente mortales. Por ello, el primer recorrido propedéutico a bordo del buque consiste en recorrer el espacio físico y explicar la distribución y operación de la maquinaria mecánica que se estará manipulando durante toda la campaña. Además de la distribución de labores, se advierte sobre los pesos de los*



materiales que se levantarán⁸⁹ y los lugares en los que, reposar la mano o el pie durante su funcionamiento, implicaría quedar prensado con riesgo a perder la extremidad en cuestión. El uso de botas con punta de casquillo es una sugerencia pertinente. Pueden salvar los dedos del pie en caso de que quedaran accidentalmente bajo una estructura de hierro, o si se caen objetos de la mesa por un movimiento repentino del buque.

Foto 8. El profesor Alatorre muestra el funcionamiento de una grúa hidráulica durante el recorrido inicial al buque

Además de estos protocolos generales, se espera que cada nuevo tripulante haga recorridos personales en horas libres para ubicar lo mejor posible la distribución espacial del buque. Al menos debe saber la ruta de emergencia desde cualquier punto del barco hacia la Cubierta de botes, último lugar antes de tener que abandonar la embarcación⁹⁰. En caso de que se vaya la luz y se necesite evacuar el barco, es recomendable saber la cantidad de pasos entre el camarote asignado y la salida de emergencia más próxima.

La cuestión de los contornos normativos de las interacciones sociales de la Oceanografía sobre un buque muestra su relevancia, específicamente en la cultura naval, a través de manuales explícitos a este respecto. Desde la psicología y el estudio de las relaciones humanas, la sociología,

⁸⁹ Ver Anexo 11 para la especificación de algunos pesos de instrumentos, reportados en el formato oficial de solicitud de buques de la Coordinación de Plataformas Oceanográficas de la UNAM.

⁹⁰ A la práctica de abandonar el buque se le conoce como zafarrancho. Ésta comprende, en el marco del aprendizaje de la campaña oceanográfica, un simulacro de abandono de barco con todo y el salto hacia el mar abierto desde una altura de 8 metros (Cubierta del Capitán). Los procedimientos de seguridad naval sugieren que uno debe saber caer al agua sin lastimarse; también tiene como fin familiarizar al tripulante con la sensación de caída libre pues, en una emergencia real, ese salto no puede estar sujeto a dubitación. A pesar de ello, esta práctica tiene un carácter de opcional en la tripulación científica, pues ha habido casos de lesiones cuando estudiantes han caído mal. En este supuesto, los afectados se perderían del resto de la campaña, lo que presupondría un alto costo al dejar vacante un espacio en un buque (que, por día de operación, cuesta aproximadamente \$250 mil pesos). El Capitán de Altura de El Puma, Pascual Barajas, probablemente es el marinero que tiene el mayor número de lanzamientos al agua por práctica de zafarrancho en el mundo. Él mismo lo refiere así y tiene sentido: en un barco oceanográfico, acaso cada nueva tripulación científica puede practicar esa maniobra, pero en el caso del crucero derivado del curso *Métodos de Investigación Oceanográfica*, cuyo fin es didáctico, él pone el ejemplo para cada generación que cada año llega a hacer prácticas allí. El video del simulacro de zafarrancho de la campaña GIOXPOM-2016 puede verse en: <https://youtu.be/8Jg0EiavrT8>

el *management* y la moral y ética, el escrito *Principles and Problems of Naval Leadership* (1964), del *Department of the Navy* pretende ser una guía de resolución de problemas –a través de estudios de caso reales– desde el punto de vista de un óptimo Oficial Naval.

Éste es caracterizado como un planeador, responsable de movilizaciones a gran escala y programas y operaciones logísticas de alcance mundial; también como un administrador a cargo de miles de personas y material de millones de dólares en costo. Igualmente se le concibe como un industrial, un controlador, un diplomático y un buen guía de hombres y equipos.

Entre los casos que este manual expone se encuentran tensiones entre la tripulación debido a la falta de cumplimiento de labores por una de las guardias de trabajo, patrones de comportamiento conflictivo de uno o varios tripulantes, delimitaciones entre amistad y jerarquías, o faltas disciplinarias menores o graves. Cada capítulo trata un problema en concreto a la luz de ideales morales y éticos que deben contemplar una lectura comprensiva del fenómeno humano (carácter, miedos, convivencia, sentido de responsabilidad, individualidad-colectividad, hábitos, motivación, paciencia, introspección, etc.) y plantear una solución que afecte lo menos posible la tarea encomendada.

Si bien el contexto específico de una campaña oceanográfica tiene rasgos distintivos al de un régimen militar naval, las situaciones que aquel manual expone han sucedido a bordo de expediciones científicas. No obstante, los (relativamente) pocos días que suele durar la campaña del curso de *Métodos* enmarcan toda la expedición en un ambiente agradable y, en todo caso, con problemas sencillos de resolver. Según la experiencia del Dr. Alatorre, es a partir del día 15 –en expediciones que pueden tener hasta un mes o mes y medio de duración– cuando problemas acrecentados entre la tripulación pueden llegar a perjudicar los objetivos mismos de la campaña.

Sin duda este rasgo debe explorarse con más profundidad y analizarse en casos particulares, pues si bien los contextos de interacción social dentro de cualquier barco conservan invariantes de estructura, el juego de las culturas locales con sus aspectos lingüísticos, organizativos y político-económicos particulares pueden dar un cariz distinto a los diagnósticos realizados.

II.5 Navegación en la Oceanografía: entre cambios tecnológicos

El espacio emblemático del buque para la tripulación científica es el Cuarto de Cómputo. Éste tiene varios elementos que lo hacen un centro de articulación de la indagación oceanográfica:

- Concentra las computadoras que tienen los principales instrumentos de geolocalización e interpretación a través de aparatos electrónicos (como el mismo CTD y la ecosonda)
- Tiene una mesa sobre la que se despliega el mapa físico (carta naval) de la ruta trazada con lápiz; el mapa –y no sólo las computadoras– es fuente también de proyecciones y cálculos siguiendo las reglas de la cartografía⁹¹
- Cuenta con teléfonos para comunicarse directamente a la Cabina del Capitán (para el caso de corroboración del derrotero o de una estación de muestreo específica), y para mantener comunicación con el técnico que, al bajar CTD, está junto al winche y fija la profundidad de acuerdo a las instrucciones científicas
- Es una cabina que no puede quedarse sin atención de personal científico –a diferencia de los laboratorios– pues se debe de tener conocimiento constante de la ubicación del buque, de la profundidad a la que se está y del perfil del fondo marino. Además, cualquier comunicación del Capitán se hará directamente a ese sitio

⁹¹ Uno de los cursos de capacitación precampaña es, justamente, el de la cartografía. Véase el Anexo 12 para un ejemplo de ejercicios de cálculo cartográfico.



Foto 9 y 10. A la izquierda, el Cuarto de Cómputo con los monitores del CTD, de la ecosonda y del sistema GPS. También se aprecia la carta naval desplegada sobre la mesa. A la derecha, el sistema de comunicación dentro de la Cabina del Capitán, desde donde puede dirigirse a cualquier laboratorio, camarote o al Cuarto de máquinas.

Como se ha mostrado al inicio de este capítulo, la práctica oceanográfica a bordo un buque requiere un manejo mínimo de tecnicismos navales. Estos conceptos son repasados en las sesiones de clases en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología y la mayoría de ellos apuntan a la adecuación del sentido de ubicación de acuerdo a ciertos sistemas tecnológicos específicos⁹².

En este contexto, un caso interesante es la situación del sistema tecnológico que pertenece a la navegación astronómica, de estima y costera, y el de la navegación electrónica⁹³. Ambos sistemas tienen como fin contestar la pregunta «¿dónde está el barco?» , pero difieren en sus técnicas de

⁹² De acuerdo a Martínez: «Un *sistema tecnológico* consiste en una serie de estructuras heurísticas integradas por medio de un conjunto de instrumentos, aparatos y técnicas, entre los cuales se incluyen técnicas para la recolección y el procesamiento de información que permiten establecer lo que se considera un hecho científico o la confiabilidad de una predicción o tecnología. Las más de las veces, la predicción cuya confiabilidad depende de un sistema tecnológico es predicción acerca del comportamiento de un mecanismo, de la estabilidad de una estructura o rasgo estructural de un sistema de cualquier tipo» (*Geografía de las prácticas científicas*, p. 97). Un ejemplo de esas cadenas de comunicación respecto a un sistema tecnológico (la ecosonda) se encuentra en el Anexo 13. Son instrucciones del procedimiento a seguir frente a la computadora que maneja dicho equipo. Éstas fueron escritas a mano y pegadas junto a la pantalla de la computadora a modo de guía para todas las Guardias de trabajo. Este recordatorio es elemental pues así inicia el procesamiento de información: guardar correctamente cada medición en archivos fácilmente ubicables y asegurando un respaldo.

⁹³ El contexto de innovaciones que influiría directamente en esta transición tecnológica proviene de las investigaciones de ingeniería física alrededor de los campos eléctricos y magnéticos desde mediados del siglo XIX; y la puesta en órbita de satélites que –en el espectro de la geometría-topología– han derivado del tratamiento de un elipsoide un Sistema Geodésico Mundial. Esta precisión ha llegado a ser posible pues traslada el conocimiento práctico de la ubicación desde una bóveda celeste (sujeta al cambio de perspectiva por rotación de la Tierra) hacia un marco de referencia (satélites) hecho *ad hoc* para la rotación de ésta y su tamaño.

Por otro lado, la navegación astronómica es la que se basa en los cuerpos celestes y sus movimientos para obtener la posición del buque; se requiere el uso de un sextante y familiaridad con libros de referencia. La navegación de estima utiliza el rumbo, velocidad y distancia recorrida, y ésta prescinde de considerar efectos de las corrientes ni otros errores; aquí se usa el girocompás y el rumbo magnético (brújulas). La navegación costera se realiza en aguas poco profundas y se apoya en referencias en tierra firme uniendo la línea visual desde el buque a otros dos objetos fijos.

procesamiento de información e instrumentos. Esto obedece a un cambio tecnológico que es objeto de reflexión de Edwin Hutchins:

I even learned how to navigate by the stars. Every navigator who has ever crossed an ocean using celestial navigation, then predicted a landfall and seen it happen as predicted knows that navigation is more than a skill, it's a magical art. The rise of inexpensive, extremely accurate, and easy to use global positioning systems has been a death knell for celestial navigation. I own a sextant that cost several hundred dollars in the mid-1970s. Using this and other tools, I could, under good conditions at sea, plot the boat's position to an accuracy of about .5 nautical miles in about 30 minutes of work. A handheld GPS now costs less than one hundred dollars, provides a position accurate to a few meters, and does this hundreds of times each second. I am probably in the last generation of sailors to learn celestial navigation. GPS takes most of the work out of navigation, the magic now belongs to engineers, but the fun still belongs to the sailor⁹⁴.

Lo mismo vale para gran parte de la tripulación científica que presencié el arranque operativo del buque El Puma en 1980: probablemente son de las últimas generaciones que saben usar un sextante. Sin duda la transducción de las operaciones mayormente analógicas hacia sistemas digitales-electrónicos ha significado un gran refinamiento en los criterios de la investigación oceanográfica desde finales de la década de 1970 (con uso regulado desde la administración militar estadounidense).

En el capítulo «Navigation as Computation» de su libro *Cognition in the Wild*, Hutchins describe detalladamente elementos de la navegación moderna (en la cultura Occidental) a partir de su estudio del trabajo en equipo desde el puente de mando de un buque militar. Nos interesa resaltar que, la navegación vista como un cómputo –es decir, la creación, transformación y propagación de estados representacionales–, tiene implícitos:

- Límites unidimensionales a partir de una posición conocida y una dirección dada, y también a partir de una distancia conocida
- Relaciones entre posiciones y desplazamientos espaciales entre ellas

⁹⁴ «Navigation. Getting around at sea» Edwin Hutchins, Department of Cognitive Science, University of California. Personal Web-Page [<http://pages.ucsd.edu/~ehutchins/NavigationResearch.html>]

- Relaciones entre distancia, velocidad y tiempo a manera de descripciones del movimiento de un objeto⁹⁵

Con esto no pretendo abundar en implicaciones complejas acerca de la navegación, sino sólo mostrar que el cambio tecnológico de los sistemas de navegación ha recortado dramáticamente las competencias de un oceanógrafo en formación en la propagación de aquellas representaciones de relaciones espaciales.

El largo proceso para determinar una posición o rumbo experimentaba antaño el tránsito de varios medios/instrumentos a otros hasta llegar a la carta náutica y la proyección concreta de la posición. El sistema GPS implementa todo ello a manera de una única manipulación de un objeto físico y permite juicios conceptuales como inferencias perceptuales directamente de la proyección final en un monitor⁹⁶. Este «recorte» es interpretado, de algún modo, en el Prólogo del Manual de Métodos; Ingvar Emilsson hace este señalamiento:

Los métodos clásicos que se desarrollaron al final del siglo XIX y al inicio del siglo que ahora da su último suspiro, todavía tienen su valor al igual que el uso de la vela y remo cuando toda la parafernalia moderna nos falla; un ejemplo elocuente a este respecto lo tenemos en la problemática del posicionamiento en el mar. En las últimas décadas ha habido un progreso extraordinario en este renglón que ha culminado con la introducción del sistema GPS (del inglés *Global Positioning System*) basado en una red de satélites y que indica la posición con una precisión de algunos metros, tanto en el sentido horizontal como vertical. Esto, por cierto, ha hecho obsoletos los métodos clásicos de posicionamiento, pero aquí conviene conservar el respaldo de los viejos procedimientos si los modernos nos abandonan ya que el Sol y las estrellas se quedan y, además, la estrategia de enfrentar los problemas no se vuelve obsoleta⁹⁷.

En este extracto se ve que uno de los valores aún conservados de los «viejos métodos» es frente a la intrínseca falibilidad de cualquier sistema electrónico. Esto es latente pero poco frecuente en casos reales; y aunque en el curso de *Métodos* se dan nociones acerca de la navegación

⁹⁵ Hutchins, E. (1995). *Cognition in the Wild*, pp. 49-58

⁹⁶ *Ibidem*. p. 171

⁹⁷ Emilsson, I. (2000), *op cit.*, p. 7

astronómica, de estima y costera, todas ellas no capturan el significado de la demostración pues a bordo de El Puma la ejecución real de la campaña se apoya por entero sobre el sistema GPS y la carta náutica⁹⁸.

Acaso el énfasis de que «la estrategia de enfrentar los problemas no se vuelve obsoleta» realmente apunta a las implicaciones de fallar en comprender las fuentes del poder computacional en nuestras interacciones con artefactos. Si bien el papel de estos desarrollos (como el GPS) ha sido la integración de varios cálculos en un único dispositivo, y su mérito reside en ser accesible a una comunidad más grande de usuarios⁹⁹, la generalidad subyacente de la integración de informaciones de medios representacionales diversos es la estrategia que el curso de *Métodos* a bordo de un buque oceanográfico pretende preservar.

Ciertamente esta integración de informaciones de medios distintos puede que ya no tenga mucho margen de maniobra en cuestiones de posicionamiento en el mar –incluso los propios Capitanes de El Puma se preguntan si algún día los sistemas automatizados sustituirán su labor, al menos en cuanto al direccionamiento del barco– pero aún los sistemas electrónicos distan de ser infalibles.

La competencia de un buen oceanógrafo al conocer las fuentes de donde proceden los cálculos de navegación del GPS constituye una fortaleza en la medida en que, sumado a la certeza del artefacto, le sea posible realizar acotaciones pertinentes sea por algún dato extra que esté presente en la carta náutica o por la toma de una decisión que rebase la mera lectura de la posición del buque.

⁹⁸ A pesar de la integración de muchas funciones navales a sistemas electrónicos, la carta náutica impresa sigue siendo funcional dentro de la constelación de representaciones físicas a la hora de trazar/visualizar rumbos. Dado que es una implementación material de todo el saber cartográfico que también está digitalizado, es relativamente sencillo realizar cálculos y proyecciones ayudado de un par de reglas y operaciones numéricas básicas.

⁹⁹ Hutchins, E. (1995). *op cit.* p. 171-174. Respecto del alcance del uso del GPS por una comunidad más amplia de usuarios, el documental *Maidentrip* es la epitome de aquello: relata la hazaña de una joven de 14 años que se embarca, sola, a circunnavegar el planeta en un pequeño velero asistida por cartas náuticas y un sistema de posicionamiento global.

II.7 Virtudes epistémicas a bordo

El método para determinar el oxígeno disuelto¹⁰⁰, a partir de las botellas recolectoras que bajan a la columna de agua junto al CTD, es relativamente sencillo de aprender. Consta de estos pasos:

Toma de muestra de Oxígeno disuelto

1. Se toma una botella de DBO¹⁰¹ (ámbar, con tapón esmerilado) de 60 mL, previamente etiquetada y registrada en la bitácora de química.
2. Una vez que la roseta [estructura del CTD] haya salido del agua, se toma la primera muestra de oxígeno disuelto: se introduce la manguera que dispensa el agua de la botella, colocando la botella DBO de manera invertida; se procede a abrir la válvula y dejar fluir un poco de agua con el fin de lavarla.
3. Con mucha precaución se coloca la botella en su posición vertical normal, sin dejar que deje de fluir el agua de la botella muestreadora.
4. Se deja rebosar el agua de la botella manteniendo la manguera en el fondo de la botella DBO, y con un movimiento lento se saca la manguera, evitando en todo momento el burbujeo y entrada de aire a la muestra.
5. Inmediatamente, se adiciona 1 mL del reactivo A (Sulfato manganoso) al fondo de la botella y el B (Yoduro Alcalino) al cuello. Es importante evitar que estos reactivos se mezclen para evitar contaminación de la muestra.
6. Se cierra la botella y se agita vigorosamente la botella hasta que el precipitado formado se deshaga.
7. Las muestras deben de ser colocadas en un contenedor con agua hasta su titulación evitando que aire atmosférico entre a la mezcla.

En el laboratorio

1. Se abre una botella DBO y se agrega 1 mL de H₂SO₄ al 50%; se agita vigorosamente hasta que se deshaga el precipitado.
2. Se toman 3 alicatas de 10 mL cada una y se procede a titularlas ocupando una solución de Na₂S₂O₃ previamente estandarizado a una concentración 0.01N. El vire que se observará va de un amarillo intenso hacia un amarillo tenue. Al llegar a este punto se adicionan dos gotas de almidón para indicar el punto final de la titulación, cuyo vire será de azul-violáceo a transparente.
3. Se deben registrar los valores de volumen gastado en la bitácora.

A la campaña GIOXPOM-2016 le asistía, en este procedimiento, un instrumento digital-eléctrico (bureta). Éste es un gotero que interviene en el paso 2 de la sección «En el laboratorio»; la

¹⁰⁰ El Método de Winckler es un ejemplo explícito de un estándar científico, así como el de un modelo a seguir. Esta metodología fue estabilizada por Lajos Winckler en 1888 como índice de la actividad biológica en la masa de agua; aunque los resultados del oxígeno disuelto fluctúan, éstos resultan aceptables bajo un estricto control de la manipulación de la muestra y la determinación, por triplicado, de los valores de una misma muestra.

¹⁰¹ DBO significa una botella de vidrio de borosilicato.

titulación (que ocupa la solución de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) se lleva a cabo suministrando –con un microtubo plástico y un comando digital numérico– la cantidad exacta de la solución requerida para que el líquido cambie de color de amarillo intenso a tenue. Es importante mantener la guía heurística visual antes que la atención al número de mililitros marcados en la pantalla.

Recordemos que un principio epistemológico del método de titulación química es el de reacción; el indicador que comunica esto es uno visual, como el cambio de color. Alguna vez, confiando yo en encontrar rápidamente el valor de la titulación de la muestra que me correspondía, recurrí a fijarme principalmente en los valores numéricos de la pantalla de la bureta en vez de a la reacción química visual de la botella DBO que tenía sujeta con la mano. La compañera de la tripulación (cuya formación inicial y especialidad en el Posgrado era química) me sugirió que tapara con una cinta adhesiva la pantalla del gotero. De esta manera, mi guía principal sería el cambio visual detectado en la reacción y, sólo hasta después de mi determinación, consultaría el valor numérico del aparato. De esta forma se encamina la interpretación –en esta etapa– hacia dejar abierta la posibilidad de la no correspondencia del volumen gastado del reactivo entre tres botellas de una sola muestra, en lugar de una adecuación *a priori* de lo que el gasto de reactivo tendría que ser para catalogarse como metodológicamente adecuado¹⁰².

La importancia de la vigilancia sobre las formas correctas de ejecutar un método de muestreo oceanográfico sin duda está presente en el *ethos* de toda la tripulación GIOXPOM-2016. La realización de aquello consiste en el cuidado puesto en la ejecución del muestreo, y en su posterior

¹⁰² El hecho de que se tomen «3 alicatas» por muestra tiene intrínseco un principio de probabilidad, como ayuda en la prevención de un tipo de error sistemático derivado de la implementación material. Debido a que la muestra procede de una sola botella, la inferencia primera es que los valores que resulten de la titulación para esa botella en 3 muestras extraídas de ella, sean iguales. Sin embargo, esto no siempre se cumple. Hay veces en que el resultante entre 3 alicatas es, en las 3 ocasiones, muy diferente; otras veces, dos valores resultan cercanos y uno excepcional. En el primer caso, se desecha la muestra (y si se tiene más agua de esa botella, se procede desde el principio). En el segundo caso, se desecha la alicata excepcional y se toma una más. En el caso de que el valor de titulación de ésta última ya coincida con las otras dos, se registra en la bitácora. De lo contrario, se vuelven a tomar 3 alicatas de la misma botella. En caso de que no haya más agua de la misma botella en cuestión, hay una decisión que tomar: dar por bueno que dos valores similares (y uno aberrante) pueda caracterizar a la titulación hecha, o definitivamente desechar esa determinación.

procesamiento textual: de esto deriva el Reporte de Datos de la campaña, que es una de las primeras acreditaciones que se pide a un buque oceanográfico que llega de vuelta al puerto. En el caso del GIOXPOM-2016, aunque de total relevancia pedagógica, el Reporte no suele ser la acreditación más importante que se les pide a los estudiantes. Esto es porque el curso de *Métodos* contiene, dentro de su estructura misma, los procesos de aprendizaje frente a «una primera vez sobre un buque oceanográfico».

Esta contención asume que frente a una puesta en práctica –por vez primera–, las imprecisiones durante el trayecto de indagación oceanográfica son recurrentes. Pero el hecho mismo de haber asumido el «costo»¹⁰³ de aquel aprendizaje, proyecta la exigencia de acreditación del estudiante oceanógrafo a un futuro: en la próxima campaña a la que se involucre, no será un improvisado:

El marino no puede improvisarse en cualquier momento: después de adquirir en las aulas los conocimientos necesarios de preparación, requiere el individuo forzosamente, sustentar las campañas de mar, por varios años, para adquirir la indispensable práctica y experiencia; necesita sufrir los rigores de esa vida de privaciones para amoldar su espíritu; necesita saber amar la inmensidad del océano y conocer sus achaques, para poderse titular más tarde navegante¹⁰⁴

Esto no es del curso de *Métodos*, sino de las perspectivas de los cursos navales en el México de inicios del siglo XX. Y así como la cita señala la templanza que se deberá tener frente a «los rigores

¹⁰³ El costo, por día, de la operación de El Puma, ronda los 250 mil pesos diarios. Estos precios no son privativos de la UNAM: la Oceanografía es una ciencia cuya realización se revela como de las más caras del mundo (tal vez superada en presupuesto por los megaproyectos de física cuántica experimental contemporáneos). Por ello, es también cuestión de política económica la sugerencia de una instrucción naval-oceanográfica oportuna:

«...los candidatos salían de edad ya madura como Oficiales, algunos de ellos sin conocer el mar, ni ser físicamente aptos para las rudas faenas de a bordo; continuaban en el servicio solo por compromiso y no prestaban su contingente con el empeño y decisión que son necesarios en el Oficial a quien se le confían cargos que representan fuertes sumas de dinero; siendo esta la causa principal por lo que en nuestra Marina ha costado tanto el mantenimiento y reposición del material que en el mayor número de casos ha sido visto con punible descuido por aquellos a quienes estaba encomendado su cuidado» (p. 318)

«...perdiéndose solamente la cantidad de \$137.25 que el Erario ha gastado en los primeros seis meses [en caso de una desertión temprana, luego de haber probado en carne propia las condiciones de trabajar en el mar], la que es mucho menor que... \$1,916.25 importe de sus atenciones durante el tiempo que se emplea en hacer la carrera en el Colegio Militar» (p. 320)

¹⁰⁴ Palabras dichas durante la ceremonia de inauguración de la Escuela Naval Militar (disuelta luego de la Revolución Constitucionalista en 1914, y de acuerdo con los Tratados de Teoloyúcan) el 17 de febrero de 1919 por el Capitán de Navío, Inspector Naval, Juan de Dios Bonilla. Véase: De Dios, J., *op cit.*, p. 355.

de esa vida», un oceanógrafo –toda vez domadas las dificultades primeras de habitar un barco– debe ser estoico representante terrestre del rigor con que hemos dotado a las heurísticas estructuradas en nuestros métodos de la investigación oceanográfica. Pero esta orientación desde la metodéutica heredada –en ésta y en cualquier ciencia– no es necesariamente irreflexiva. Acaso parece tal en algunos gestos repetitivos de procesos sujetos a reglas a través de pasos¹⁰⁵. Esto es porque sus resultados alimentan a un sistema de reflexión (con pretensiones más abarcativas) que, a partir de una sugerencia del panorama de su objeto de estudio (Oceanografía física, Oceanografía química, Oceanografía biológica, Oceanografía geológica), proyectan significaciones tendientes a una interpretación global de un planeta Tierra visto como sistema orgánico¹⁰⁶.

Es así que, gran parte de este *ethos* del *Curso de Métodos* tal como lo hemos sugerido aquí, está implícito en el manual de *Métodos de muestreo en la investigación oceanográfica*. Éste fue escrito por los discípulos del oceanógrafo islandés Ingvar Emilsson; él fue quien instruyó en la Universidad Nacional Autónoma de México los tipos de proceder oceanográficos tal como la congregación internacional –representada de un modo en la ONU y su brazo científico, el PNUD– sugería desde 1947¹⁰⁷.

¹⁰⁵ En todo caso la «reflexividad sobre el proceso» se encuentra en distensión pues –por ahora– demuestra su capacidad de servicio público a través de los canales político-científicos identificados con: la exploración y la explotación, pero también con la sustentabilidad y el cambio climático, con la herencia de la sociedad industrial pero con la espera del cambio de hábitos a partir de un discurso acerca de «la destrucción del planeta por nosotros», etc.

¹⁰⁶ La biología contiene, hoy en día, disputas éticas de implicaciones semejantes a las acontecidas, por ejemplo, alrededor de la microvisión de Leibniz o la macrovisión de Newton. Si ésta conducta era acerca del ser y el espacio, la que discute la biología es acerca del ser-ambiente y la historia (a manera de contexto de contextos).

¹⁰⁷ El artículo de la American Philosophical Society, *New International Aspects of Oceanography* fue publicado en 1947 por Harald Ulrik Sverdrup, a quién hemos referido antes como uno de los redactores de un compendio insigne dentro de la historia de la Oceanografía mundial: *The Oceans. Their Physics, Chemistry and General Biology*, de 1942. Él sustentaba el puesto de Director de la institución oceanográfica Scripps de la Universidad de California; desde su posición de pionero investigador oceanógrafo, participante de la política internacional (configurada durante y después de la Segunda Guerra Mundial), y portador de conocimiento enciclopédico (en lo que serían los inicios del planteamiento del océano como un sistema orgánico hipercomplejo), sus argumentaciones desde una profunda reflexión del ejercicio oceanográfico son la guía bajo la cual la disciplina, 69 años después de ese diagnóstico, sigue empeñando enormes esfuerzos:

- 1) Apoyo creciente para la investigación oceanográfica por todas las naciones con acceso al mar. Este apoyo debe proveer lo necesario no sólo el trabajo de campo sino para el análisis, publicaciones y viajes.
- 2) Fortalecer y expandir el Buró Hidrográfico Internacional para conseguir una robusta representación de los aspectos técnicos de la Oceanografía física-química, topografía submarina y geología submarina.

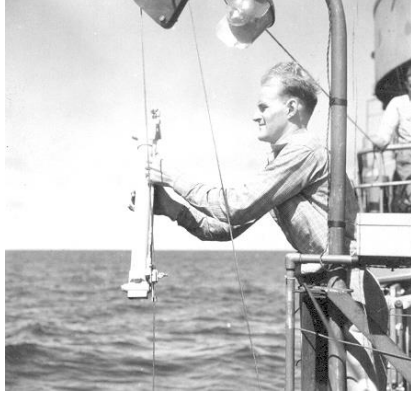


Foto 11 y 12. A la izquierda, Ingvar Emilsson en una campaña en el crucero Solimões (brasileño) en 1956. A la derecha, Harold U. Sverdrup en la década de 1930 (titulando muestras de agua de mar).

Los estándares que habría que alcanzar habilitarían a México a entrar en diálogo (de informaciones oceanográficas) con el resto de los tratamientos internacionales de las aguas marinas, y de esa forma, contribuir a un diagnóstico global (basada su importancia interpretativa global en las determinantes e infinitas variaciones locales) y un exhorto económico para administrar el gasto público favoreciendo a la investigación de los mares.

La relevancia de las heurísticas contenidas dentro de las teorías y prácticas científicas oceanográficas son el legado del manual de *Métodos*, pues esta exposición sucinta y panorámica (aunque voluminosa por la cantidad de temáticas agrupadas) es uno de los primeros puentes que se tienden entre «los que han vivido ya la práctica» y «los que están por vivirla». El manual complementa lo que los profesores comunican desde su exposición oral acerca de los métodos de muestreo (y en algunos casos desde una práctica *similar*, como la de la alberca), y se propone explícitamente:

Este curso está diseñado para ayudar a la formación de investigadores a nivel maestría y doctorado en ciencias del mar [...]. Se plantea como una materia complementaria en la formación de un investigador marino, ya que no pretende producir un técnico o especialista en

3) El establecimiento de organizaciones internacionales científicas y técnicas en todo el mundo a cargo de los recursos alimenticios de los océanos basados en una base [interpretativa] lo más amplia posible.
Véase: Proceedings of the American Philosophical Society, Vol. 91, No. 1 (Feb. 25, 1947), pp. 75-78

los distintos métodos y procedimientos oceanográficos, sino brindarle una visión de la problemática a la que se enfrentaría y capacitarlo para organizar, dirigir y ejecutar observaciones y muestreos en el ambiente marino, incrementándose su seguridad de acción y respuesta ante las dificultades que involucra la actividad en el mar¹⁰⁸.

Se pone de manifiesto la importancia de una visión de conjunto antes de confinarse a las competencias de cierta especialización¹⁰⁹. Y es esta visión de conjunto la que constituiría parte primordial de un oceanógrafo –desde la historia de sus pioneros internacionales– antes que otra cosa; pues además de las dificultades que involucra la actividad en el mar, hay que vérselas con tratados locales e internacionales, con trámites administrativos extenuantes y con capacidades de organización y discusiones grupales dificultosas¹¹⁰.

¹⁰⁸ Granados Barba, A., «Introducción» en: Granados Barba, A., Solís Weiss, V. y Bernal Ramírez, R. (eds.), *Métodos de muestreo en la investigación oceanográfica*, Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, p. 9.

¹⁰⁹ Miguel Ángel Alatorre narra que, en los inicios de la Oceanografía en México, existía dentro de un buque oceanográfico la profesión de «botellero». Esta persona se hacía cargo del manejo exclusivo de las botellas pues ellas, dentro de los métodos de muestreo, requerían de un tratamiento especial: manejo físico, conocimiento de sus capacidades y límites (desde la ingeniería de materiales), el procedimiento metodológico adecuado, etc. Con la automatización de estos procesos, y con el involucramiento de la tripulación científica en todos los procesos de muestreo oceanográfico sobre un buque (interpretativos y físicos), este oficio ha desaparecido hoy por completo.

¹¹⁰ Aunque el curso de *Métodos* comprende casi la totalidad del «ser oceanógrafo», aún reserva sólo para los profesores cierta gestión de trámites administrativos. Por ejemplo, la solicitud formal del B/O El Puma se realiza por el Jefe de Campaña (que en el caso del curso, es siempre un profesor investigador del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología) a través de la Coordinación de Plataformas Oceanográficas (adscrita a la Dirección de Investigación Científica y de la cual Ingvar Emilsson es el encargado). Esta solicitud tiene detalles técnicos y presupuestales que se dejan fuera del conocimiento explícito transmitido a los alumnos.

Por otro lado, hay otros trámites administrativos que sí pueden quedar a cargo del alumnado. Durante la preparación de la campaña GIOXPOM-2016 sugerí y me hice cargo de dos:

1) Establecer un vínculo de comunicación con la Secretaría de Marina (SEMAR), para facilitar el intercambio de material impreso entre la Biblioteca de la Dirección General Adjunta de Oceanografía Hidrografía y Meteorología. Un trámite deseable que se le pide a los alumnos de cada curso de *Métodos* es el de solicitar y comprar una carta náutica (expedida oficialmente por la SEMAR) del área de estudio definida. A partir de ese primer encuentro con la SEMAR, propuse un convenio de intercambio bibliográfico. Este convenio no pudo ser llevado a cabo por falta de retroalimentación de la SEMAR, aunque tuve la valiosa oportunidad de consultar material impreso histórico (mayormente anglosajón) de los inicios de la Oceanografía contemporánea (véase Anexo 14).

2) Contactar a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) para solicitar un permiso Federal que autorizara un desembarco –con fines científicos– a la zona de las Islas Marietas. Ésta, al ser Área Natural Protegida, requiere del consentimiento de la Comisión toda vez que se justifique la actividad a realizar (véase Anexo 15). Aunque el trámite administrativo se cumplió en tiempo y forma, lo que esta vez impidió su realización fue que la lancha inflable de El Puma destinada para los desembarcos hacia islas o costas (operaciones anfibia se les llama) estaba inhabilitada. Este es un ejemplo más de la constitutiva adaptabilidad del Plan de campaña frente a los imprevistos: el desembarco a las Marietas estaba concebido dentro de una práctica de Geología llamada «perfil de playa» (básicamente, una topografía). La indisponibilidad de la lancha anuló ese fin epistémico de la cronometría de la GIOXPOM-2016; el tiempo ganado con esta supresión fue reasignado para delinear un transecto más detallado de exploración batimétrica en la Bahía de Banderas. La noticia de la lancha descompuesta la tuvimos después de haber llegado a Mazatlán.

Se tiende a pensar la conclusión de un viaje con la llegada de un barco a puerto. De cierta manera sí: la llegada de El Puma al Puerto de Mazatlán el 12 de mayo de 2016, cercano el mediodía, clausuraba una de las etapas del curso de *Métodos*. Pero a la tripulación científica aún le aguardaban dos procesos dentro de un plan de campaña. La mudanza de vuelta (empacar cajas, muestras, aparatos y todo aquello que se llevó desde la Ciudad de México) y la elaboración de un reporte final de datos.

Es en esta última etapa en donde se depuran todas las informaciones recolectadas, de acuerdo a varios criterios:

Este escrito consiste en la presentación de esos datos recolectados a partir de un derrotero trazado sobre el Océano Pacífico, en su acotación a la zona Oriental Mexicana (véase Figura 1). En cualquier caso, los datos tuvieron que depurarse mínimamente (a partir de la significación de valores numéricos coherentes) y/o analizarse después del crucero (para tratamientos químicos o catalogaciones biológicas o geológicas).

En algunos casos fue posible esbozar un tratamiento más fino que la presentación de datos. Sin embargo se requerirá de un procesamiento posterior para desarrollar la parte plenamente interpretativa de micro y macrofenómenos en esa área de estudio¹¹¹.

Este mínimo tratamiento es el inicio de una cadena más larga de afinación e interconexión entre elementos cognitivos, tales como: a) un procesamiento de datos de acuerdo a un modelo para un fenómeno determinado, b) la comparación con mediciones de la misma zona reportadas en organizaciones oceanográficas arbitradas (como lo sería el trabajo respecto de los giros oceánicos, mencionado al principio de este capítulo); el último peldaño en una cadena de este tipo sería: c) una interpretación sobre un micro o macrofenómeno de acuerdo a una lectura global de las relaciones de procesos, mecanismos o estructuras puestas de manifiesto.

El Reporte del GIOXPOM-2016 –y en general todos los reportes salidos de *Métodos*– suele llegar hasta el paso b). Acaso esto es ciertamente la parte conclusiva del curso, pues la enseñanza

¹¹¹ *Reporte de datos: GIOXPOM-2016. Métodos de Investigación Oceanográfica 2016-2.* (2016) Editores: Francisco Márquez, Alonso Pérez, David Landeros.

pretende llegar hasta la generación de un material mínimamente comunicable con una comunidad científica que se nutre de perspectivas oceanográficas desde observaciones desde todo el mundo¹¹². Sólo así se vuelve posible entrar a las discusiones que enmarcan el Cambio Global y el Cambio Climático; éstas temáticas y sus vertientes internas (cuestiones de sustentabilidad de pesquerías, derrames petroleros, predicción frente a catástrofes, reversión de un desequilibrio ambiental) son las guías de las Ciencias de la Tierra, siendo una de ellas la Oceanografía.

La práctica que ha de recorrerse hasta aquí es extensa. Así como Hamon y Brown –los que propusieron las innovaciones técnicas al aparato de medición hoy llamado CTD– requirieron más de 60 expediciones para calibrar su instrumento y validarlo frente a la comunidad científica internacional, un oceanógrafo deberá reforzar el ejercicio de todo lo que constituirá su actividad profesional.

Y así, frente a cada maniobra que requiera una adecuación o cambio de paralaje, aquel que se ha preparado en las aulas y en los mares, tendrá ante sus ojos una gran variedad de elementos a considerar. Elementos que le ha dado una experiencia que contiene –desde el currículo textual hasta la elaboración de un nudo– potencias culturales muy fuertes (como lo es la navegación) y la perspectiva que le ha aportado una ciencia que desde más de hace cien años, al «...mar cano, al vinoso ponto mirando»¹¹³ se ha propuesto descifrar.

¹¹² Paradójicamente las informaciones extraídas desde la ejecución del curso no pueden ser usadas para poner en circulación observaciones justamente en la comunidad académica oceanográfica. El aspecto de ser una «práctica» lleva hasta sus últimas consecuencias esta noción y deja en un estado sin diálogo externo todas las informaciones sobre Física, Química, Biología y Geología de la zona muestreada. A lo más podrán ser utilizados datos para una tesis, pero esto es difícil pues –al menos para este curso– es complicado que coincidan los objetivos de una tesis en particular con el derrotero que suele proponerse grupalmente.

¹¹³ *La Iliada*. Versión (introducción y versión rítmica) de Rubén Bonifaz Nuño para la Bibliotheca Scriptorum Graecorum et Romanorum Mexicana, 2da edición 2005, p. 11.

CONCLUSIÓN

Consideremos el siguiente escenario contemporáneo: el Consorcio de Investigación del Golfo de México (CIGoM) es probablemente el proyecto oceanográfico más ambicioso que ha visto México en su historia. Está respaldado por una inversión de 500 millones de pesos y la participación de 9 instituciones académicas y 1 empresarial¹¹⁴. Tiene como metas epistémicas: i) realizar mediciones físicas, químicas y biológicas, ii) generar y utilizar tecnologías de observación continua del océano, y iii) construir modelos físicos, biogeoquímicos y de transportes de hidrocarburos¹¹⁵.

Los retos no son menores. En una conferencia del XIX Congreso Nacional de Oceanografía (21-23 de septiembre de 2016, en el ICMYL de la UNAM)¹¹⁶, el responsable técnico del CIGoM –Juan Carlos Herguera– enunció brevemente que las principales dificultades se encuentran tanto en la coordinación burocrática que estos megaproyectos exigen, como en la homologación de criterios metodológicos en la toma/procesamiento de informaciones oceanográficas y la consolidación de un objeto de estudio transdisciplinario. ¿Qué aspectos de nuestro recorrido por las prácticas oceanográficas podrían entrar en diálogo con un proyecto tal?

En el mismo orden de exposición capitular, resulta evidente la importancia de la *mathesis* oceánica. Ésta, más que asociarse con un mero tratamiento numérico de la naturaleza tiene que ver con los «senderos de la abstracción» (tal como lo discuten Martínez y Huang al final de su libro

¹¹⁴ Los participantes son: Bajalnova, SAPI de CV, el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI), el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE), el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Unidad Mérida (CINVESTAV-IPN Mérida), el Instituto de Biotecnología de la UNAM, el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM (ICMYL-UNAM), el Instituto de Geofísica de la UNAM, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, y la Universidad Autónoma de Baja California (UABC).

¹¹⁵ Información disponible en: [<http://www.cigom.info/>]. La historia de la formación del CIGoM se remonta a un derrame petrolero que ocurrió en 2010 durante las actividades de la compañía *British Petroleum* en el Golfo de México. Los modelos de dispersión de fluidos para esa zona mostraron su ineficacia respecto a su máximo valor epistémico: la predicción. Sólo después del accidente se pudieron corregir los modelos numéricos. A partir de un diagnóstico técnico, se concluyó que cualquier modelo futuro de la circulación oceánica en el Golfo tendría que partir de una línea de base del estado actual y variabilidad del ecosistema, incorporando procesos de intemperización, características químicas de los hidrocarburos y posiciones y profundidades de posibles derrames futuros.

¹¹⁶ Programa disponible en: [<http://www.asocean.org/congreso2016.html>]

*Hacia una filosofía de la ciencia centrada en prácticas*¹¹⁷. Si bien las expresiones concretas de la matematización del océano se muestran a través de la geometría analítica, el cálculo y análisis numérico, así como en las ecuaciones diferenciales, el énfasis pretendido aquí está en los procesos de creatividad con los que la Oceanografía ha puesto en armonía profunda sus estructuras esquemáticas con realizaciones materiales.

En el presente trabajo sólo se propuso un esbozo inicial del camino a seguir en este respecto. Sin duda la alimentación y retroalimentación al estudiar los procesos (entendidos ampliamente) de modelización del CIGoM sería fundamental para poner a prueba la caracterización filosófica sobre la *mathesis* oceánica. Para concluir este primer apunte, y con la restricción de espacio que queda, tomo distancia de la propuesta general de la Filosofía de las prácticas científicas en un sentido específico: su apropiación crítica-histórica del episodio de la formalización de las matemáticas¹¹⁸.

El haber recludo a la lógica y a las matemáticas para ilustrar las pretensiones de simplificación de la «razón algorítmica», ha dejado fuera la amplia gama filosófica, heurística, metafórica y

¹¹⁷ No es sorpresa que las consideraciones en la sección de la *mathesis* oceánica (expresadas principalmente a través de propuestas del filósofo Fernando Zalamea) coincidan de algún modo con la empatía que Martínez y Huang muestran por el psicólogo Lawrence Barsalou: las temáticas acerca de prácticas diferenciadas de abstracción, la pluralidad de sus procesos, los distintos tipos (categorial, habilidad conductual, representación sumaria, representación esquemática, representación flexible y conceptos abstractos), mecanismos modales... Todo ello tiene su contrapunto con las *mixturas* epistemológicas (p. 16), saturaciones contextuales (p. 18) y la noción de «invariantes para la razón acuática».

¹¹⁸ «En realidad, fue sólo a través de un desconocimiento profundo de la “matemática real” [Galois, Riemann, Hilbert o Grothendieck] de comienzos del siglo XX (teoría algebraica y analítica de números, álgebra abstracta, topología, variable compleja, análisis funcional, etc.) y de una (in)consciente construcción de mitos, que pudo surgir el proyecto de la filosofía analítica, pretendidamente arraigada sobre las matemáticas, cuando en realidad la situación era completamente opuesta [...]. Pregúntesele a cualquier lógico activo a comienzos del siglo XXI cuál podría haber sido esa supuesta “revolución fregeana”: un evento sencillamente inexistente, un mito creado por filósofos e historiadores “estándar” de la lógica. En realidad, es bien sabido que la lógica incluye actualmente tres ramas básicas (modelos, recursión, conjuntos), de las cuales la primera, la teoría de modelos, ha generado los mayores avances lógicos de las últimas décadas (Shelah, Zilber, Hrushovski), después de una ascendencia muy clara (Peirce, Löwenheim, Skolem, Tarski) en donde Frege brilla por su ausencia [...]. Otra cosa consiste en registrar el impulso de Frege –central e imprescindible– para Russell y para el desarrollo de la filosofía analítica, lo que confirma que la “filosofía analítica” y “matemática real” divergieron desde siempre» (Zalamea, Manifiesto sintético, pp. 22-23).

metodológica que un abordaje distinto de la matemática podría aportar a las discusiones actuales del concepto de razón¹¹⁹.

El abordaje histórico merece también una mención específica. Los episodios de la Segunda Guerra Mundial y la Guerra Fría son de primer orden en la historia de la Oceanografía aunque en esta tesis sólo se mencionaron dentro de consideraciones generales. Esto fue así ya que el objetivo filosófico de este escrito centra su atención en la presencia de científicos a bordo de buques de investigación y las prácticas que esto conlleva.

De una u otra manera, todo lo anterior se condensa en nuestra incursión filosófico-etnográfica del Capítulo II. El curso de *Métodos de la Investigación Oceanográfica* es la culminación vivencial (a la vez que iniciación formativa) de una profesión que, desde sus orígenes contemporáneos, ha tenido como emblema a un Buque Oceanográfico. Es *a través de él* (tanto en el sentido propiamente material como epistémico) que se ha recolectado y hoy todavía se recolecta buena parte de la información que necesita la Oceanografía para comenzar una explicación (por ejemplo, en los términos de un modelo, como lo plantea el proyecto CIGoM).

Acaso la enseñanza general de mi participación observante en la campaña GIOXPOM-2016 ha sido mostrar, con diversos ejemplos, cómo i) la identidad grupal e individual del oceanógrafo en formación, ii) el apoyo del instrumental oceanográfico, iii) la destreza en el manejo de los instrumentos, iv) la confiabilidad en los métodos de posicionamiento marítimo, v) el conocimiento

¹¹⁹ «The idea that a computer might be in some way like a person goes back to the formalization of logic and mathematics» (Hutchins, *Cognition in the Wild, op cit.*, p. 357). Una cosa es que esa idea realmente se haya sugerido a partir de ese proyecto, y otra es que los filósofos tomen a ese proyecto como lo *único* que las matemáticas y la lógica tienen que decir en cuestiones filosófico-científicas. Para objeciones tempranas acerca de una apropiación histórica limitada de la relación de las matemáticas y las ciencias, véase: Lautman, A., «Mathématiques et réalité» (1935), y «Le Congrès International de Philosophie des Sciences» (1936). También véanse las observaciones de Kurt Gödel: «The modern development of the foundations of mathematics in the light of philosophy» (1961) y «Is mathematics syntax of language?» (1953/9-V), en *Collected Works V.III. Unpublished essays and lectures* (1995). Un enfoque contemporáneo interesante que también busca incorporar *otro* legado de las matemáticas junto a una teoría del conocimiento ampliada es el de Giovanni Madalena y su *Filosofía del gesto (Philosophy of the Gesture*, 2015, McGills-Queen's University Press). Finalmente: Maddalena, G., Zalamea, F. (2009). «A New Analytic/Synthetic/Horotic Paradigm. From Mathematical Gesture to Synthetic/Horotic Reasoning».

de las jerarquías, dinámica y lenguaje naval-científico, y vi) la herencia disciplinar-metodológica de la que el curso de *Métodos* es recipiente, constituyen las posibilidades y delimitaciones en la construcción de la fenomenología oceanográfica.

La relevancia en la diferencia entre un «técnico-especialista de muestreo oceanográfico» y un «oceanógrafo» se encuentra explícita e implícita en los objetivos formativos del curso (además de ser, justamente uno de los problemas medulares en proyectos como el CIGoM). Y es que, a pesar de que la Oceanografía conjunta una serie de disciplinas en torno a un objeto, la especialización sin interacción supone dificultades para una proyección transdisciplinaria.

Por ello, las prácticas a bordo de El Puma están diseñadas de manera que *todos* los integrantes de la campaña –independientemente de su formación particular– se involucren en los sistemas de muestreo y procesamiento de información de *todas* las disciplinas involucradas. Esta visión panorámica resulta ser excepcional en las expediciones oceanográficas, pues por lo general cada especialidad se avoca a sus tareas específicas sin necesariamente atender las particularidades de las otras.

Esto se entiende a la par de lo que hemos averiguado acerca de las consideraciones económicas que implica una campaña oceanográfica¹²⁰. Sin duda existe una presión sobre los investigadores para concentrar toda su atención y esfuerzo hacia su propia disciplina y extraer con sus recursos heurísticos resultados óptimos partiendo de una estricta vigilancia sobre el uso correcto de sus instrumentos y metodologías; la evaluación de su desempeño dependerá de sus informaciones que entreguen a manera de resultados.

El curso de *Métodos*, por el contrario, absorbe en este rubro el costo de una curva de aprendizaje de ensayo-error. Eleva así el valor ético-epistémico de pensar/actuar dentro de una

¹²⁰ La noción de «economía» debe ser concebida en sentido amplio (gestión, logística, administración, burocracia, recursos materiales y humanos), y no sólo en términos monetarios.

visión integradora de la problemática global del muestreo oceanográfico por encima de cualquier otra consideración¹²¹.

De esta forma, se convierte en prioridad familiarizarse *durante la convivencia e interacción* con la estructura funcional de las jerarquías navales-científicas antes que asumir una posición y comunicación fijas; resulta de mayor valía pedagógica *rotar el puesto de Jefe de Guardia* (encargado de coordinar las actividades y deliberaciones científicas del grupo en turno) entre los miembros de la tripulación de menor experiencia, que reforzar la dinámica de transmisión del conocimiento de acuerdo al criterio de «el más experimentado al frente»; es más ilustrativo cómo se muestran los límites de una planeación previa del derrotero frente a contingencias específicas de la campaña (bajas en la tripulación, descompostura de instrumentales, variabilidad de rangos de medición de acuerdo a estados del tiempo) que cualquier ejemplo de clase.

Esta interdependencia epistémica entre seres humanos, y entre humanos y su ambiente cognitivo es de complejidad tal que esta tesis es apenas un asomo para futuras incursiones específicas. Abordar filosóficamente proyectos como el CIGoM requerirán –además de la profundización antes mencionada de la *mathesis* oceánica– una interpretación acerca de las implicaciones epistemológicas de las nuevas formas de concebir a la Oceanografía y a la problemática marina¹²².

¹²¹ No obstante, cuestiones como el establecimiento de objetivos epistémicos para la campaña están fuertemente influenciados por las temáticas predefinidas de la comunicad científica oceanográfica. En la búsqueda bibliográfica y de referencias, una de las agendas oceanográficas actuales fue precisamente la que orientó a la campaña GIOXPOM-2016 en el trazo de su ruta (véase pie de nota en la p. 51 de esta tesis).

¹²² Un ejemplo de un caso de relevancia contemporánea en cuestiones marítimas está en: Latapí, M. (2016). *Strategic Corporate Social Responsibility in the Container Shipping Industry. A case study of the Triple E within Maersk Group's Sustainability Strategy*. Esta tesis de maestría aborda un caso del transporte marítimo sustentable, desde las competencias de la ingeniería para optimizar cada proceso posible que involucre el uso de energías y de fuerzas físicas en la movilización de los barcos más grandes del mundo (con una eslora de 400 metros, y manga de 59). El rubro de éstos es el de “Triple E” (economía de escala, eficiencia energética y la mejora de medio ambiente [environment]). Puede escucharse una entrevista al respecto en el programa radiofónico de Ingeniería en marcha (del 11 de octubre de 2016). [Electrónico. Disponible en: http://www.enmarcha.unam.mx/tema_03_111016.html].

Para la temática de este trabajo, el uso mismo de los Buques Oceanográficos en la indagación contemporánea es motivo de interés. Si bien los límites del monitoreo en tiempo real y la necesidad de la calibración continua de instrumental que se deja en altamar son cuestiones latentes hoy en día (y de las cuales un buque oceanográfico se sigue haciendo cargo), los procesos automatizados y la inclinación hacia una Oceanografía guiada por grandes masas de datos están modificando –en cuestiones gnoseológicas– el papel a las embarcaciones que alguna vez fueron la metonimia de la disciplina¹²³.

Las adaptaciones que un curso como el de *Métodos de la Investigación Oceanográfica* pueda hacer en este contexto serán fundamentales para conservar el enorme valor que tiene el integrar, en la formación cabal de un oceanógrafo, los fulcros desde donde se abre toda la riqueza y gama de consideraciones de frente a la actividad científica.

Seguimos así una antigua enseñanza: si bien la ciencia averigua el curso de la naturaleza, jamás podrá dar órdenes al hombre. Los misterios acerca del abismo, las formas de vida completamente ajenas o nuestra pertenencia –o extrañeza– respecto a la naturaleza, nos los trae de vuelta el (estudio del) mar. Como las olas que rompen en todas las costas del mundo, ponen una vez más ante nuestros ojos solares aquello que dábamos por naufrago: el hecho de que nosotros tenemos algo de oceánico, en constitución, historia y temperamento.

¹²³ Sería importante ponderar, en una futura indagación filosófica, los alcances y limitaciones de los procesos automatizados en cuestión de ahorro de tiempo. Es probable que sea así en el caso de la operación de los instrumentos modernos, pero los esfuerzos de calibración y unificación de criterios subyacentes siguen siendo exhaustivos. Véase la tesis de maestría del profesor de Navegación y artes de marino, Miguel Ángel Díaz (*Estudio de las corrientes de la bahía de Campeche utilizando un perfilador acústico doppler ADCP*); es un caso en donde se tuvieron que calcular las velocidades absolutas de las corrientes a distintas profundidades, contemplando primero los errores en la velocidad y rumbos del barco (medidos con el ADCP) y, posteriormente, corregir las velocidades relativas de las corrientes. Así se pudo determinar las velocidades absolutas al sustraer la velocidad del barco a las velocidades relativas. Ello muestra que la corrección de sesgos sistemáticos –aún con tecnología de punta– es un rasgo constitutivo de la Oceanografía hoy en día. [Disponible en: http://www.lareferencia.info/vufind/Record/MX_633dfb1d9cdb772f7c942e76ba3a5829].

BIBLIOGRAFÍA

- XII Congreso Nacional de Oceanografía «El Océano, desafío del nuevo milenio»: Programa general y resúmenes (2000), Instituto Nacional de la Pesca-Asociación de Oceanólogos de México, Huatulco-Oaxaca, México.
- XIX Congreso Nacional de Oceanografía. 21 al 23 de septiembre de 2016, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología-UNAM, Asociación de Oceanólogos de México A.C., Coordinación de Investigación Científica-UNAM, Ciudad de México. [Programa electrónico disponible en: <http://www.asocean.org/congreso2016.html>]
- Adler, A. (2013). «The Ship as Laboratory: Making Space for Field Science at Sea», *Journal of the History of Biology*, No. 47, pp. 333-362.
- Aguilar Juárez, I., Arellano Gil, J. (eds.) (2010), *Matemáticas Aplicadas a las Ciencias de la Tierra*. Facultad de Ingeniería-UNAM.
- Baker, J. (1980), «Ocean Instruments and Experiment Design» en Warren, B., Wunsch, C. (1980). *Evolution of Physical Oceanography*, Spring 2007. Massachusetts Institute of Technology
- Brüning, R. & Lohman, G. (1999). «Charles S. Peirce on Creative Metaphor: A Case Study on the Conveyor Belt Metaphor in Oceanography» en *Foundations of Science* 4: 389-403.
- Bureau of Naval Personnel, (1964). *Principles and Problems of Naval Leadership. Second Edition*. Department of the Navy of the United States of America. NAVPERS 159224A, Washington D.C.
- CIGom. Consorcio de Investigación del Golfo de México. *¿Qué es lo que hacemos?*. [Electrónico. Disponible en: <http://www.cigom.info/>]
- Collete, B., «Results of the Tektite Program: Ecology of Coral-Reef Fishes» en Lang, M. A., Baldwin, (Eds.), (1996). *Methods and Techniques of Underwater Research. Proceedings of the American Academy of Underwater Sciences Scientific Diving Symposium*, October 12-13, Smithsonian Institution, Washington DC, p. 84. [Electrónico. Disponible en: <http://www.si.edu/dive/pdfs/Collette.pdf>]
- Colli, G. (1988). *La naturaleza ama esconderse* (ed. 2009, trad. Miguel Morey), CONACULTA-Editorial Sexto Piso.
- Coordinación de Plataformas Oceanográficas. Coordinación de la Investigación Científica – Universidad Nacional Autónoma de México: Buque Oceanográfico UNAM 3D. [Electrónico. Disponible en: <http://www.buques.unam.mx/3DBuques/especificacionesPUMA.htm>]
- Díaz, M. (2004). *Estudio de las corrientes de la bahía de Campeche utilizando un perfilador acústico doppler (ADCP)*, Tesis de Maestría-UNAM. [Electrónico. Disponible en: <http://www.remeri.org.mx/portal/REMERI.jsp?id=oai:tesis.dgbiblio.unam.mx:000600269>]
- De Dios, J. (1962). *Historia Marítima de México*, Editorial Litorales, México D.F.

- Dossier: *La navegación entre los mayas*, Revista Arqueología Mexicana, Núm. 33, septiembre-octubre, 1998.
- Dosse, F. (1997). *History of Structuralism – Vol. 1 The Rising Sign, 1945-1966* (trad. Deborah Glassman). University of Minnesota.
- García Deister, V. (2013). *Interruptores, baterías y redes. El manejo de la complejidad en la regulación genética*. Centro de Estudios Filosóficos, Políticos y Sociales Vicente Lombardo Toledano.
- Granados Barba, A., Solís Weiss, V. y Bernal Ramírez, R. (eds.) (2002), *Métodos de muestreo en la investigación oceanográfica*, Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.
- Goodall Jr., H. L., (2000). *Writing the New Ethnography*, AltaMira Press.
- Habermas, J., (1968). «Ciencia y técnica como “ideología”» en *Ciencia y técnica como “ideología”*, (ed. 1996, trad. Manuel Jiménez Redondo, Manuel Garrido)
- Homero, *Iliada*. Rubén Bonifaz Nuño (traductor, introducción y versión rítmica). Bibliotheca Scriptorum Graecorum et Romanorum Mexicana, 2da edición 2005.
- Hamblin, J. D. (2005), *Oceanographers and the Cold War : Sisciples of Marine Science*. Seattle: University of Washington Press.
- Hutchins, E. (1995). *Cognition in the Wild*, Massachusetts Institute of Technology Press, Cambridge
- IGBP's Global Change Magazine 84, November 2015 «Reflections on Earth-system science»
 [Electrónico. Disponible en:
<http://www.igbp.net/news/features/features/reflectionsonearthssystemscience.5.950c2fa1495db7081ecdc.html>]
- Jamieson, D. (2008). *Ethics and Environment. An Introdution*, Cambridge University Press, New York.
- Kelly, J. C., «Chapter 15.- Sampling the Sea», en Cushing, D. H., Walsh J. J. (eds.) (1976). *Ecology of the Seas*, Blackwell, Oxford.
- Kurczyn, J. A., Beier, E., Lavín, M., Chaigneau, A., Godínez, V. M. (2013). «Anatomy and evolution of a cyclonic mesoscale eddy observed in the northeastern Pacific tropical-subtropical transition zone». *Journal of Geophysical Research*, American Geophysical Union, 118, pp. 1-20.
- Landeros, D., Márquez, F., Pérez, A. (eds.) (2016). *Reporte de datos: GIOXPOM-2016*. Métodos de Investigación Oceanográfica 2016-2. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México (inédito).

- Latapí, M. (2016). «Strategic Corporate Social Responsibility in the Container Shipping Industry. A case study of the Triple E within Maersk Group's Sustainability Strategy». Tesis de maestría (en prensa). Master in Environmental and Natural Resources, University of Iceland.
- Lautman, A., «Mathématiques et réalité», en Actes du Congrès International de Philosophie Scientifique (Sorbonne, 1935), VI. *Philosophie des Mathématiques*, y «Le Congrès International de Philosophie des Sciences» (du 15 au 23 septembre 1935) en *Revue de Métaphysique et de Morale*, XLIII (1936). Traducido por Fernando Zalamea (2008) en: *Albert Lautman. Ensayos sobre la dialéctica, estructura y unidad de las matemáticas modernas*, Universidad Nacional de Colombia-Biblioteca Francesa de Filosofía.
- Levi, E., (1989). *El agua según la ciencia. Evolución de la hidráulica*, CONACyT-Ediciones Castell Mexicana.
- Lezama, J. L., (2001). *El medio ambiente como construcción social: reflexiones sobre la contaminación del aire en la Ciudad de México*, Estudios Sociológicos, vol. XIX, núm. 2, mayo-agosto 2001, El Colegio de México.
- Maddalena, G., (2015). *Philosophy of the Gesture. Completing Pragmatists' Incomplete Revolution*. McGills-Queen's University Press, USA.
- Maddalena, G., Zalamea, F. (2009). «A New Analytic/Synthetic/Horotic Paradigm. From Mathematical Gesture to Synthetic/Horotic Reasoning» en *European Journal of Pragmatism and American Philosophy*, 2012, V. 2, pp. 208-224.
- Martínez, S., (2003). *Geografía de las prácticas científicas*, UNAM-Instituto de Investigaciones Filosóficas, México, D.F.
- Martínez, S., Huang, X., (2015). *Hacia una filosofía de la ciencia centrada en prácticas*, Bonilla Artigas Editores, UNAM-Instituto de Investigaciones Filosóficas, Fudan University.
- Monahan, E., Kaye, G. (comp.) (1972). *Oceanography Field Practicum*. Department of Meteorology and Oceanography, College of Engineering, The University of Michigan, Sea Grant Technical Report No. 33 MICHU-SG-72-215.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). National Ocean Service – Department of Commerce: «What does an oceanographer do?» [Electrónico. Disponible en: <http://oceanservice.noaa.gov/facts/oceanographer.html>]
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Pacific Marine Environmental Laboratory (PMEL): «Successful forecast of the 24 April 2015 eruption at Axial Seamount». [Electrónico. Disponible en: http://www.pmel.noaa.gov/eoi/axial_blog.html].
- Ocean Studies Board; Commission on Geosciences, Environment and Resources; Division on Earth and Life Studies; National Research Council, (2000). *50 Years of Ocean Discovery: National Science Foundation 1950-2000*, National Academy Press, Washington, D.C.

- Pinzón, R., Trejo, R. (coords.) (2015). *El mar: percepciones, lecturas y contextos. Una mirada cultural a los entornos marítimos*, UNAM (IIH)-INAH.
- PNUD, (1987). «Consolidación del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (UNAM)». Informe final PNUD/MEX/82/013. FMR/SC/OPS/87/202 (UNDP). 18 de febrero de 1987, UNESCO-France.
- Polanyi, M. (1958). *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy*. University of Chicago Press.
- Sverdrup, H. U., Johnson, M. W., y Fleming, R. H. (1942). *The Oceans. Their Physics, Chemistry and General Biology*, Prentice-Hall, Inc., USA.
- Sverdrup, H. U., (1947). «New International Aspects of Oceanography» en *American Philosophical Society. Proceedings of the American Philosophical Society*, Vol. 91, No. 1 (Feb. 25, 1947), pp. 75-78
- Sverdrup, K., Kudela, R. (2014), *Investigating Oceanography*, McGraw Hill, New York.
- Talassini, O. (1976). *La meravigliosa storia degli oceani. Negli oceani*, vol. II. Edizioni Forni, Ginevra.
- UNESCO, (1998). *Annual Report 1998. International Year of the Ocean*, Annual Reports Series, No. 5, Intergovernmental Oceanographic Commission, France.
- Wittgenstein, L. (1930), *Observaciones filosóficas*, Instituto de Investigaciones Filosóficas-UNAM, México, 1997.
- Witze, A. (2016). «US ocean-observing project launches at last», *News in Focus – Nature*, Vol. 534, 9 June 2016, p. 159-160.
- Zalamea, F. (2009). *Filosofía sintética de las matemáticas contemporáneas*, Editorial Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias.
- Zalamea, F. (2011), «Manifiesto sintético», *Saga-Revista de estudiantes de filosofía*, Núm. 23, p. 7-10

ANEXOS

1. CONTENIDOS ESQUEMÁTICOS DE UN RECORRIDO ETNOGRÁFICO POR LA FORMACIÓN CIENTÍFICA EN LA UNAM

- **Biología general – 9 de agosto 2013**
 - Generalidades, Teoría celular, Teoría de la herencia, Herencia mendeliana, Herencia cromosómica, Evolución

- **Sistemas acuáticos – 13 de agosto 2013**
 - Propiedades físico-químicas del agua (agrupaciones, procesos/ciclos, matematizaciones físicas), Geografías, Ligazón entre comprender lo micro y proyectar importancia en lo macro, Estabilidades ecuacionales (uso «de cajón»)
 - *Los sistemas acuáticos son: moléculas de agua (resistentes, elusivas, extrañas, sorprendentes, estables, inquietas), equilibrios (como caracterización de elementos encontrados –fuerzas, potencias, continuos– que tienen armonía y que funcionan, magnitudes pascalianas (del acuerdo entre lo infinitamente pequeño y lo infinitamente grande), comunidad de investigadores, urdimbre de usos en la forma de conocimientos científicos avanzados, objetos de estudio de importancia cultural, una práctica adecuada a sus propios saberes exployados en expresión (material y conceptual), y susceptible de contrastación.*
 - *Aunque la mayoría de las veces explícita, la ligazón con temas a los que inmediatamente remitimos como problemáticos –por su situación límite– está intrínseca a las categorizaciones mayores que apuntan a un manejo y planificación de recursos. Tener conocimiento del sistema que poco a poco seguimos calcando.*
 - *Como una «guía heurística» (según Martínez, a manera de los ejemplos del mínimo esfuerzo en física) está que «el océano es de 3 dimensiones» desde la introducción a los sistemas acuáticos. Ello viene de «J. C. Kelley llamado Sampling the Sea», cosa que vine a leer 3 años después. Sin duda las consideraciones filosóficas sobre la probabilidad (lo visto en los elementales y valiosos cursos de Lógica de la maestría) con aquí cuestiones de primer rango.*
 - *La información que se espera de un facultado en ciencias retenga es: magnitudes estables (vinculadas al convenio científico y de una asamblea) de propiedades de muchos elementos materiales (densidades, proporciones, gradientes, extensión, topología); acontecimiento histórico en la forma de golpe-de-éxito (aunque sin demeritar que sí hay acontecimientos tales que sirven para rastrear la impronta fértil de una época); la secuencia –razonada a manera de explicación– de los procesos y mecanismos básicos (invariantes) de un sistema*
 - *E.g. Calor latente, capacidad calorífica, cohesión, adhesión, tensión superficial, capilaridad, viscosidad, punto triple, enlace covalente polar, electronegatividad, polaridad, puente de hidrógeno, conductividad térmica, densidad, expansión adiabática, radiación-conducción-convección-mezcla turbulenta, tiempo de residencia,*

estructura vertical más estable, albedo, densidad-índice de refracción-velocidad del sonido-conductividad eléctrica (1er examen parcial de Sistemas Acuáticos, sección de relación de columnas)

- «Hacia dónde va la oceanografía en México: la exploración de los mares». Participaron: la Comisión Reguladora de Energía (CRE), la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNR), la Corporativa de Tecnología de Información y Procesos de Negocio – Tecnología y Exploración, y el Instituto de Geofísica, el Centro de Ciencias de la Atmósfera, y el Instituto de Ciencias del Mar de la UNAM como anfitrión. Viernes 22 de noviembre 2013, 10:15

- **Oceanografía química – 13 agosto 2015**

- Curso medular en la formación básica multidisciplinaria del alumno del posgrado en Ciencias del mar y Limnología: panorama general + líneas de investigación contemporáneas. Se adquiere la facultad para describir los procesos y fenómenos más relevantes (ciclo del agua, del carbono, de los nutrientes, la especiación química, la partición geoquímica la diagénesis...)
 - *La fragmentación del curso se debió a las agendas de los profesores investigadores que, por su profesión y requerimientos de trabajo de campo, hacen modificar un plan de estudios (otra vez referencia a Svedrup, cuando menciona que para la investigación se necesitan recursos diferenciados: viajes, pero también procesamiento de información, enseñanza, etc...)*
 - *Se debe saber: el ciclo hidrológico del agua, planteamiento básico de sistemas en estados estacionarios (no complejos), sistemas complejos (mezcla turbulenta), estructura del océano (masas de agua y densidad), patrón de distribución vertical de la temperatura y salinidad, especiación química, reacciones REDOX (reducción-oxidación), el ciclo biogeoquímico, factores biolimitantes, la estabilidad de los procesos largos (concentraciones de nutrientes), elementos conservativos y no conservativos, “la principal reacción química del océano es la oxidación de nutrientes y su remineralización”, perfiles de nutrientes y oxígeno, la importancia de la materia orgánica, la diferencia entre «definiciones» y «definiciones operativas», intemperización química, composiciones mayores del agua de mar, solubilidad de gases, factor de enriquecimiento en sedimentos, los principios de la desintegración radiactiva...*

2. EJEMPLOS HISTÓRICOS ACERCA DE LAS CATEGORÍAS ETNOGRÁFICAS PROPUESTAS

- **Historia Marítima de México (Fuente: Bonilla, Juan de Dios (1962), Historia Marítima de México, México, D.F., Editorial Litorales)**
 - ***Vocación y aptitudes físicas***

«...después del primer semestre preparatorio pasarán a practicar el segundo a bordo del “Zaragoza” para que durante ese tiempo se compruebe la vocación, robustez y aptitud que debe tener para dedicarse a la Marina, y en caso afirmativo regresen a la Escuela a continuar sus estudios, o sean bajas, los que no resulten a propósito» (p. 319)
 - ***Modelos a seguir***

«Seguiremos la práctica en [sic] las potencias marítimas que expresa el estado adjunto y es la de impartir la educación teórica del marino, en escuelas situadas en tierra, y la práctica en buques de instrucción, que ya tenemos listos» (p. 320)
 - ***Economía de la investigación marítima***

«...los candidatos salían de edad ya madura como Oficiales, algunos de ellos sin conocer el mar, ni ser físicamente aptos para las rudas faenas de a bordo; continuaban en el servicio solo por compromiso y no prestaban su contingente con el empeño y decisión que son necesarios en el Oficial a quien se le confían cargos que representan fuertes sumas de dinero; siendo esta la causa principal por lo que en nuestra Marina ha costado tanto el mantenimiento y reposición del material que en el mayor número de casos ha sido visto con punible descuido por aquellos a quienes estaba encomendado su cuidado» (p. 318)

«...perdiéndose solamente la cantidad de \$137.25 que el Erario ha gastado en los primeros seis meses [en caso de una desertión temprana, luego de haber probado en carne propia las condiciones de trabajar en el mar], la que es mucho menor que... \$1,916.25 importe de sus atenciones durante el tiempo que se emplea en hacer la carrera en el Colegio Militar» (p. 320)
- **Historia de la *Scripps Marine Association* (Fuente : Esposito, M. (2014), *More than the Parts: W. E. Ritter, the Scripps Marine Association, and the Organismal Conception of Life, Historical Studies in Natural Sciences, Vol. 45, Number 2, University of California*)**
 - ***Modelos a seguir***

«Ritter believed that his new biology had to be grounded in a pluralist approach where laboratory and field investigations went hand in hand. In addition, the new biology had to support a progressivist political agenda whereby biological studies were linked with the political progress and the democratization of California and the United States» (p. 273)

«Many American institutions, he declared [Ritter], were committed to a very “monomethodic” approach to biology. The laboratory was considered the only appropriate place where reliable knowledge could be accumulated, and experiments were focused on a few model organisms opportunistically selected for specific theoretical outcomes. Nothing like that would happen at the SIBR» (p. 282)
 - ***Propedéutica***

«In one of the first SIBR publications, Ritter offered an example of how to do biological research. He explained that naturalists studying a specific pelagic group had first to consider the seasonal distribution of that group into the field» (p. 282)

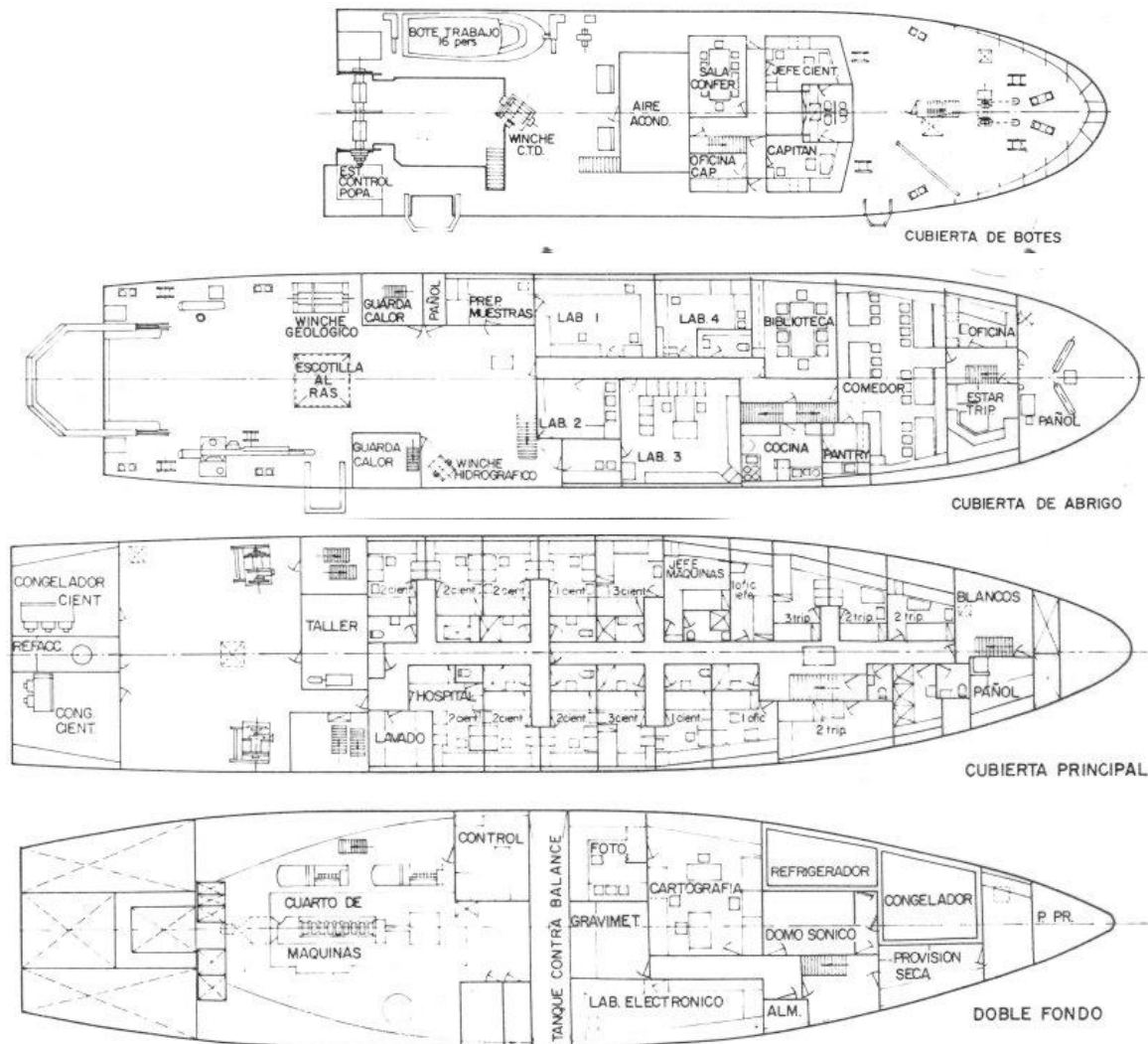
«The same policy was valid for all the disciplines tackled at the SIBR, from the biology of the ocean to the climatology of the area, and from animal ecology to taxonomy and reproduction. The library-museum and a well-equipped laboratory had only to support the observations performed in the field» (p. 284)

« “Amplifying and formalizing the dominant trend of modern science, animate nature within the new program increasingly retreated from the field into the confines of [the] laboratory”» (p. 298)

- **Consolidación del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (Fuente: Consolidación del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAM. Informe final PNUD/MEX/82/013)**
 - ***Propedéutica***
 - [III. Resultados logrados y problemas encontrados] «25. Durante el tiempo que el Proyecto abarca, su personal participó en 27 campañas oceanográficas permaneciendo a bordo de los buques por un total de cerca de 8 meses» (p. 5)
 - [b] Asesoramiento y conducción de campañas oceanográficas] «26. La participación en las campañas tenía dos objetivos fundamentales:
 - i) Prestar asesoramiento al grupo científico en la tarea de ejecutar el programa de campaña y asistir al mando de buque en las operaciones especiales que requiere el trabajo oceanográfico, así como ejercer la función de enlace entre este último y el grupo científico en casos de problemas relacionados con la ejecución del plan de campaña
 - ii) Observar de cerca y sobre la marcha la operación del buque y la organización a bordo con el fin de detectar problemas, proponer soluciones y recabar datos a incluirse en los instructivos técnicos, así como para poner a prueba las normas y procedimientos propuestos. De este modo se estableció un proceso de retroalimentación entre las soluciones propuestas y su ejecución» (p. 5)
 - [c] Entrenamiento relacionado con la operación de los buques oceanográficos] «27. Este trabajo se impartió en el lugar de trabajo, o sea en las bases de operación de los buques, así como a bordo de los mismos durante las campañas oceanográficas. Los resultados de este esfuerzo compartido se reflejan en:
 - i) Mayor familiaridad de los investigadores con los buques oceanográficos y sus recursos, así como más habilidad del Investigador Responsable de la Campaña (Jefe de Científicos) en ejecutar su tarea eficazmente.
 - ii) La capacidad actual del Capitán y los oficiales de los buques oceanográficos respecto a maniobras en una estación oceanográfica, recuperación de equipos instalados en el mar, lanzamiento y recuperación de equipos instalados en el mar, lanzamiento y recuperación de avíos de pesca, ejecución de operaciones anfibas, etc., ya que a ninguno de estos hombres tales maniobras, por ser específicas para las investigaciones marinas, les era familiar antes de iniciar su trabajo a bordo de los buques oceanográficos
 - iii) Aumento en la eficiencia del personal responsable de la administración, operación y mantenimiento de los buques oceanográficos». (p. 5-6)
 - [d] Manuales, guías y recomendaciones para la administración, mantenimiento y operación de los buques oceanográficos] «28. El Proyecto ha producido un vasto material en forma de instructivos, notas técnicas, informes y dictámenes que abarcan prácticamente toda la problemática de los buques oceanográficos, desde su administración y operación hasta los detalles técnicos relacionados con problemas de corrosión, incrustación del casco, selección de cables oceanográficos de fabricación nacional, etc.» (p. 6)
 - «29. Tales documentos han sido integrados en las siguientes guías y manuales:
 - Manual Administrativo de los Buques Oceanográficos
 - Guía de la Campaña Oceanográfica
 - Manual del mando de los buques oceanográficos
 - Manual de winches y grúas
 - Instructivos para el manejo de ecosondas
 - Organización de la Equipoteca de los buques oceanográficos
 - Folleto “Bienvenidos a bordo”
 - ***Modelos a seguir***
 - «30. Para la elaboración de estos documentos la experiencia de otras naciones ha sido tomada en consideración, si bien la mayoría tiene su raíz en la realidad del propio país, aunado a las

experiencias adquiridas sobre la marcha. Mediante esta estrategia se ha logrado un sistema funcional que ya ha pasado su fase más crítica, encontrándose actualmente en un estado avanzado de consolidación

3. PLANOS TÉCNICOS DEL B/O EL PUMA



4. PORTADA DEL REPORTAJE DE DIVULGACIÓN PUBLICADO EN EL SUPLEMENTO “POSGRADOS” (EDICIÓN ESPECIAL DEL SUPLEMENTO UNIVERSITARIOS) DEL PERIÓDICO REFORMA. PROPUESTA DEL CONSEJO EDITORIAL, JUNIO 2016.

28 | Posgrados | CIENCIA E INVESTIGACIÓN | Junio del 2016

HACEN DEL POSGRADO UNA AVENTURA

Explora UNAM aguas profundas

Alumnos de ciencias del mar estudian el fondo del océano a bordo de los buques Justo Sierra y El Puma de la Máxima Casa de Estudios

ANA CRISTINA VARGAS

Si eres un oceanógrafo que nunca ha realizado una investigación en altamar no tiene sentido, por ello el posgrado de Ciencias del Mar y Limnología que imparte la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) ofrece una materia en la que los alumnos deben hacer una expedición en buque.

“El plan de estudios obliga a los estudiantes a realizar una práctica en el mar porque se quiere evitar que haya oceanógrafos de salón, gente que se doctoró o tiene estudios en oceanografía que nunca se ha subido a un barco”, explica Vivianne Solís Wolfowitz-Weiss, coordinadora de la asignatura Métodos de Muestreo en Investigación Oceanográfica desde hace 23 años.

“Queremos que aprendan cómo moverse en un barco, que aprendan a navegarlo”.

La materia es optativa; sin embargo, precisa la académica, es la más popular del posgrado.

Su creación fue obra de Ingvar Emilsson, reconocido por otros investigadores como el padre de la oceanografía en México. La idea era complementar el contenido que se imparte en las materias básicas del posgrado.

“En ese crucero aplican lo más posible de lo que se les enseñó. Tienen que llevar física, química, geología y algo de biología”, apunta la investigadora.

Los buques son El Puma, ubicado en Mazatlán, Sinaloa, y el Justo Sierra, basado en Tuxpan, Veracruz.

pacidad máxima del buque. En El Puma caben 20 personas, y 21, en el Justo Sierra, entonces nos organizamos para que esa expedición pueda comprender al mayor grupo de investigaciones representadas por diferentes científicos y estudiantes”, señala Solís Wolfowitz-Weiss.

La expedición dura 8 días, pero para acostumbrarse al movimiento del mar, regresan al puerto las primeras 4 noches.

En cuanto a los estudios que desde ahí se realizan, los investigadores se enfocan en los recursos que hay en la Zona Económica Exclusiva, desde nuevas especies de plancton hasta petróleo.

“El espíritu del curso es enseñarles cómo la ciencia puede ser una aventura y cómo hacer ciencia en México de primera categoría”, sostiene la profesora.

“Las investigaciones que llevaron a cabo nuestros geólogos ayudaron a que nos diéramos cuenta de los recursos que tenemos en mar muy profundo en el Golfo de México”.

El fenómeno de El Niño y el calentamiento global son otros temas que se estudian.

ENORMES TESOROS

Si bien la UNAM estudia la riqueza del mar desde los barcos, el verdadero tesoro podría estar en la superficie.

Mantener El Puma y el Justo Sierra no ha sido una tarea fácil o económica para la Máxima Casa de Estudios, pues se requiere una inversión aproximada de 40 millones de pesos al año. Por ello, en 1994, el entonces Rector José



5. ESPECIFICACIÓN INICIAL DE LA DISTANCIA A RECORRER (EN MILLAS NÁUTICAS) DE LA CAMPAÑA GIOXPOM

13. Puertos intermedios (si hay): Islas Marietas
14. Duración total: **10 días** días; **18 horas** horas.
15. Distancia a navegar: **1000 m.n.**
16. Calendario de la campaña: (ver Apéndice 3)
17. Operaciones a efectuarse: (ver Apéndice 4)
18. Posición de las estaciones oceanográficas (si las hay): (ver Apéndice 4)
19. Instalaciones fijas en el mar (si las hay): (ver Apéndice 4)
20. Equipos a embarcarse: (ver Apéndice 4)
21. Uso de los equipos e instalaciones del buque: (ver Apéndice 4)

Esta parte del plan debe concluirse con la siguiente cláusula mandataria:

"Cualquier cambio a este plan de campaña e indistintamente de su motivo, debe hacerse mediante un acuerdo entre el Capitán del buque y el Investigador Reponsable de la campaña. Sin embargo, si no se logra un consenso y después de consultar con el Armador, la decision definitiva está en el Capitán".

6. DIAGRAMA HEURÍSTICO DEL CTD

El desarrollo instrumental de la oceanografía química en el contexto de las tradiciones experimentales: el caso de la sonda CTD	
HECHOS En 1958, Niel Brown y Bruce Hamon –de la <i>Division of Fisheries and Oceanography of the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization of Australia</i> – publicaron en el <i>Journal of Scientific Instruments</i> un artículo titulado «A temperature-chlorinity-depth recorder for use at sea». En él se describe un nuevo instrumento para registrar la temperatura, clorinidad y profundidad en los primeros mil metros del mar; éste “resuelve” tres problemas de los métodos estándar usados hasta ese entonces: la discontinuidad de los datos registrados, el límite operacional de 400m de profundidad, y la optimización del soporte físico y suministro de energía. La sonda STD (<i>salinity, temperature and depth</i> por sus siglas en inglés), posteriormente llamada CTD (<i>conductivity</i> en vez de <i>salinity</i>), representa un fulcro importante en la oceanografía moderna pues no sólo se ha convertido en un artefacto de uso primordial en los estudios oceanográficos (Merino, 2000) sino que en su momento ayudó a robustecer, dentro de la comunidad científica interesada en los estudios del océano, las mediciones de conductividad para la salinidad, que a su vez generó el consenso de una nueva escala de salinidades prácticas, avalada por la UNESCO en 1980.	
PREGUNTA ¿Cómo fue a grandes rasgos el proceso de construcción y estabilización del fenómeno de la temperatura y salinidad en el océano –en otras palabras, cuál fue el contexto histórico de las estructuras heurísticas de inferencias y adecuación técnica (Martínez, 1995, 2003) en esta área de la oceanografía– cristalizado en el diseño y la venta de la sonda desarrollada por Brown y Hamon?	
CONCEPTOS	METODOLOGÍA
Aplicaciones La sonda CTD es utilizada prácticamente en cualquier campaña oceanográfica actual como parte del protocolo básico de generación de un perfil oceanográfico, sea en la recolección de datos o en el estudio de un proceso o fenómeno.	Procedimiento para obtención de datos Revisión de documentos históricos -Artículo de Brown y Hamon (1958) -Documentos técnicos de la UNESCO sobre ciencias del mar (1984) Revisión de documentos historiográficos - Baker, Ocean Instruments and Experiment Design (1980) Entrevista: -Dr. Artemio Gallegos (Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM)
Lenguaje Oceanografía química Tradición experimental Salinidad Estructura heurística Temperatura Prácticas científicas Conductividad	Procesamiento de los datos para obtener un resultado -Lectura crítico analítica de los documentos históricos e historiográficos -Diagramas conceptuales -Entrevista a investigador de la unidad académica “Procesos oceánicos y costeros”
Modelo Modelo evolutivo de los métodos experimentales en la ciencia y la autonomía de las tradiciones experimentales (Martínez, 2003)	Análisis/conclusión derivada de los datos -Las propuestas de optimización técnica en oceanografía parten de una compleja y vasta estructura heurística previa (Brown y Hamon retomaron las bases sobre un sistema de registro continuo de la conductividad y la temperatura hecho por Jacobsen en 1948). -La práctica científica dentro de una tradición como la oceanografía,

	<p>prejuza las aserciones y técnicas procedimentales que habrán de dotar de sentido y funcionalidad a sus propios recursos epistémicos, permitiendo el progreso metódico dentro de un marco no problematizado desde otros criterios (el horizonte de mejoras posibles del CTD estaba ya delineado por la maniobrabilidad de los aparatos así como a la implementación de resistores variables).</p> <p>-El uso exhaustivo de los instrumentos científicos y la comparación entre resultados por distintos grupos de investigación oceanográfica conectados institucionalmente, habilita el tomar conciencia de la falibilidad de las autoevidencias iniciales de medición y modelaje, pero sólo cuando surgen contradicciones y fracasos en las prácticas habituales (la modificación propuesta de la escala de salinidades prácticas, por la UNESCO, es muestra de ello; el uso del CTD fue parte de esto).</p>
<p>RESPUESTA/RESULTADO</p> <p>La aportación teórico-instrumental de Brown y Hamon se erige sobre tres pilares de la tradición de las ciencias del mar: 1) la continuidad (y los datos disponibles) de las expediciones marítimas desde mediados del siglo XIX, 2) la configuración del problema de la circulación oceánica –y con él las mediciones de temperatura y salinidad– como fin epistémico prioritario a partir de 1960 y, 3) la estrecha relación entre práctica científica oceanográfica y el uso de tecnología (sustentada en ingeniería y teoría físico-matemática) desde la configuración (tanto conceptual como institucional-industrial) de la subdisciplina de la oceanografía química a partir de 1930.</p>	
<p>REFERENCIAS</p> <p>De los hechos:</p> <p>-Hamon, B., Brown, N., <i>Journal Of Scientific Instruments</i> (1923-1967) Volume: 35 Issue: 12 (1958-12-01) p. 452-458. ISSN: 0950-7671</p> <p>-UNESCO. Documentos técnicos de la Unesco sobre ciencias del mar (1984). «10° informe del Grupo Mixto de Expertos sobre Tablas y Patrones Oceanográficos», París, Francia.</p> <p>-Baker, J. (1980), «Ocean Instruments and Experiment Design» en Bruce Warren, and Carl Wunsch, (1980), <i>Evolution of Physical Oceanography</i>, Spring 2007. Massachusetts Institute of Technology.</p> <p>De los conceptos:</p> <p>-Paytan, A. (2006), <i>Marine Chemistry. Lecture 1 – Introduction: Chemical Oceanography the Big Picture</i>. Stanford University, Spring 2006.</p> <p>De la metodología:</p> <p>Martínez, S., (1995), «La autonomía de las tradiciones experimentales como problema epistemológico», <i>Crítica. Revista Hispanoamericana de Filosofía</i>, vol. 27, no. 80, pp. 3-48</p> <p>Martínez, S., (2003), <i>Geografía de las prácticas científicas</i>, UNAM-Instituto de Investigaciones Filosóficas, México, D.F.</p>	
<p>AUTOEVALUACIÓN</p>	

7. TRABAJO EN EQUIPO PARA EL USO DEL CTD

CTD en el Cuarto de Cómputo



Desde este lugar se requieren, al menos, dos personas. Una está a cargo de la comunicación directa con el técnico que opera la maquinaria que bajará el CTD (*winchero*) y también es la encargada de cerrar electrónicamente las botellas que acompañan al CTD para la toma de muestras en diversas profundidades de interés. Una segunda persona registra manualmente la ubicación del barco a la hora del descenso del CTD, y las profundidades a las que se tomaron las muestras. Esta información sirve para cotejar registros y detectar más fácilmente posibles errores. En el curso de *Métodos...* se recomienda a todos tener el comando, al menos una vez, del cierre electrónico de botellas y también de la comunicación con el *winchero*. Un problema que se resuelve entre las dos personas a cargo en el Cuarto de Cómputo es el de determinar si una botella se va a cerrar o no aunque no se encuentre ubicada exactamente en la profundidad deseada. Se decide de acuerdo a la relevancia global de la muestra, las dificultades técnicas y la presión de tiempo que esa guardia de trabajo enfrenta.

Foto 13 y 14. Arriba, miembros de la Guarida B pendientes del ascenso y cierre de botellas del CTD, en comunicación con el *winchero*. Abajo, registro en papel de las decisiones tomadas, con hora y localización del buque.

CTD en la Cubierta de Botes



El Contramaestre de El Puma, Abel Mendía, era el técnico encargado de operar la maquinaria que soltaba cable hidrográfico al CTD (durante la Guardia B), una vez que se le comunicaba por teléfono la profundidad estipulada. El *winchero* en turno confirma la profundidad informada desde el Cuarto de Cómputo. Él se encuentra, por lo regular, solo en la Cubierta de Botes.

Por otro lado, era común destinar 4 tripulantes a la operación del descenso del CTD: 2 eran necesarios para maniobrar con el aparato y evitar que se estrellara antes de tocar el agua; 1 estaba a cargo de la operación mecánica del marco que carga el instrumento, y 1 de vez en cuando se requería para transitar entre el Cuarto de Cómputo y el lugar del *winchero*, pues había que confirmar la orden de profundidad. Esto último se hizo debido a una falla en el sistema de comunicación en donde a veces no eran legibles para el *winchero* las instrucciones verbales desde el Cuarto de Cómputo.

Una vez concluido el tiempo de descenso y ascenso del CTD –para lo cual se necesitaba igualmente de la atención de al menos 3 tripulantes– el aparato se asegura junto a las escaleras que llevan a la Cubierta de Botes. Allí, 2 o 3 personas se encargan de coleccionar las 12 distintas muestras de agua, y se procede a tratarlas de acuerdo al Método de Winckler para determinar oxígeno disuelto.

Para estas maniobras se requiere el uso de chaleco salvavidas y de preferencia botas con punta de casquillo. El riesgo de caer por la borda no es menor, como tampoco lo es que por un descuido un artefacto de centenas de kilos de peso caiga sobre el pie de alguien.

Foto 15, 16, 17 y 18. Arriba, el *winchero* pendiente de las instrucciones desde el Cuarto de Cómputo. Descendente, el orden en que se baja el CTD y luego se «ordeñan» las botellas.

8. PLAN DE CAMPAÑA PARCIAL (CRONOMETRACIÓN)

ACTIVIDADES CAMPAÑA GioX-M POM

Ojo!
una estación
más
→
No es estación

Fecha	Estación	CTD	Química	Nucleador de caja	Nucleador de gravedad	Zooplankton	Observaciones	
5/4/2016	Práctica							
5/5/2016	Práctica							
5/6/2016	Práctica							
5/7/2016	E01	X	X					
	E02	X	X			X		
	E03	X	X					
	E04	X	X			X		
	E05	X	X	x				
No es estación.	BB1							
mesesión	BB2					BATIMETRIA		
5/8/2016	BB3	X	X	X			BATIMETRIA	
	eliminar de	Martes	X	X	X		Perf. de Playa	
	E1	X	X					
	E2	X	X			X		
	E3	X	X					
	5/9/2016	E4	X	X	X		X	
		E5	X	X			X	
	E6	X	X					
	E7	X	X					
	E8	X	X			X		
	5/10/2016	E9	X	X		X		
E10		X	X					
	E11	X	X			X		
	E12	X	X					
	E13	X	X			X		
	E14	X	X					
	E15	X	X	X				
	E16	X	X			X		
	E17	X	X					
	E18	X	X			X		
5/11/2016	E19	X	X		X			
	E20	X	X					
	E21	X	X					
	E22	X	X			X		
	E23	X	X					
	E24	X	X	X				
	E25	X	X			X		
	E26	X	X					
	E27	X	X	X				
	5/12/2016	E28	X	X			X	No se hará nucleador.
E29		X	X					
	E30	X	X					
	E31	X	X			X		
5/13/2016	E32	X	X					

9. CALENDARIO DE CLASES – CURSO MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN OCEANOGRÁFICA

POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA, UNAM (PCMYL-UNAM)

Curso : Métodos de Investigación Oceanográfica Semestre: 2016-2

Coordinador: Dr. Miguel Ángel Alatorre Mendieta

Ayudante: Víctor Enrique Luna Gómez

maam@cmarl.unam.mx

ellunita7@hotmail.com

CALENDARIO DE CLASES Métodos 2016-2				
DÍA	FECHA	HORA	INSTRUCTOR	TEMA
Martes	02-feb	11 a 13	Dr. Miguel Ángel Alatorre (Física) 1	Introducción al curso
Jueves	04-feb	11 a 13	M. C. Arturo Ronquillo (Instrumentación) 1	Ecosondeo y multihaz
Martes	09-feb	11 a 13	Dr. Miguel Ángel Alatorre (o.Fis) 2	Muestreo en Oceanografía Física
Jueves	11-feb	11 a 13	Dr. Alejandro Granados Barba	Organización y ejecución de campañas
Lunes	15-feb	8 a 10	Dr. Antonio Márquez (Geología) 1	Topohidrografía y cartografía
Martes	16-feb	11 a 13	Dr. Miguel Ángel Alatorre (o.Fis) 3	Muestreo en Oceanografía Física
Miércoles	17-feb	8 a 10	Dr. Antonio Márquez (Geología) 2	Topohidrografía y cartografía
Jueves	18-feb	11 a 13	Dr. Miguel Ángel Alatorre (o.Fis) 4	Muestreo en Oceanografía Física
Lunes	22-feb	8 a 10	Dr. Antonio Márquez (Geología) 3	Topohidrografía y cartografía
Lunes	22-feb	11 a 13	Dr. Miguel Ángel Alatorre (manejo equipo)	Práctica alberca
Martes	23-feb	11 a 13	Dra. Vivianne Solís W. 1	Muestreo en Bentos
Miércoles	24-feb	8 a 10	Dr. Antonio Márquez (Geología) 4	Topohidrografía y cartografía
Jueves	25-feb	11 a 13	Dra. Vivianne Solís W. 2	Muestreo en Bentos
Lunes	29-feb	8 a 10	Dr. Antonio Márquez (Geología) 5	Topohidrografía y cartografía
Martes	01-mar	11 a 13	Dr. Martín Merino (Química) 1	Muestreo en Oceanografía Química
Miércoles	02-mar	8 a 10	Dr. Antonio Márquez (Geología) 6	Topohidrografía y cartografía
Jueves	03-mar	11 a 13	Dr. Martín Merino (Química) 2	Muestreo en Oceanografía Química
Sábado	05-mar	9 a 14	M. C. Miguel Díaz (O. física) 1	Navegación y teoría del Buque
Lunes	07-mar	8 a 10	Dr. Antonio Márquez (Geología) 7	Topohidrografía y cartografía
Martes	08-mar	11 a 13	Dr. Martín Merino (Química) 3	Muestreo en Oceanografía Química
Miércoles	09-mar	8 a 10	Dr. Antonio Márquez (Geología) 8	Topohidrografía y cartografía
Jueves	10-mar	11 a 13	Rodolfo Meza Peredo	Observaciones meteorológicas
Sábado	12-mar	9 a 14	M. C. Miguel Díaz (O. física) 2	Navegación y teoría del Buque
Lunes	14-mar	8 a 10	Dr. Antonio Márquez (Geología) 9	Topohidrografía y cartografía
Martes	15-mar	11 a 13	Rodolfo Meza Peredo	Observaciones meteorológicas
Miércoles	16-mar	8 a 10	Dr. Antonio Márquez (Geología) 10	Topohidrografía y cartografía
Jueves	17-mar	11 a 13	Rodolfo Meza Peredo	Observaciones meteorológicas
Sábado	19-mar	9 a 14	M. C. Miguel Díaz (O. física) 3	Navegación y teoría del Buque
SEMANA SANTA				
Martes	29-mar	11 a 13	Dr. Sergio Licea (Fitoplancton) 1	Muestreo del Fitoplancton
Jueves	31-mar	11 a 13	Dr. Sergio Licea (Fitoplancton) 2	Muestreo en Fitoplancton
Sábado	02-abr	9 a 14	M. C. Miguel Díaz (O. física) 4	Navegación y teoría del Buque
Martes	05-abr	11 a 13	M. C. Faustino Zavala (Zooplancton) 1	Muestreo en Zooplancton
Jueves	07-abr	11 a 13	M. C. Faustino Zavala (Zooplancton) 2	Muestreo en Zooplancton
Martes	12-abr	11 a 13	M. C. Livia Sánchez (Microbiología) 1	Muestreo bacteriológico
Jueves	14-abr	11 a 13	M. C. Livia Sánchez (Microbiología) 2	Muestreo bacteriológico
Martes	19-abr	11 a 13	M. C. Margarito Álvarez (Estadística) 1	Muestreo del Necton
Jueves	21-abr	11 a 13	M. C. Margarito Álvarez (Estadística) 2	Muestreo del Necton
Martes	26-abr	11 a 13	Coordinadores	Pláticas
Miércoles	27-abr		Preparación de reactivos y cultivos.	Química / Bacteriología
Jueves	28-abr	11 a 13	Preparación de materiales y equipo.	Bodega / LTEO
Viernes	29-abr	12 a 1	Carga del camión.	LTEO / Estacionamiento ICMYL.
Martes	03-may		Inicio del crucero	Descarga camión. Estación Mazatlán.
Viernes	13-may		Fin del crucero	Carga camión. Estación Mazatlán.
Lunes	16-may		Descarga del camión	Estacionamiento ICMYL / LTEO.
Miércoles	18-may	12	Entrega del reporte del crucero por parte de los estudiantes	
Viernes	20-may	12	Entrega de las correcciones por los instructores	
Lunes	30-may	12	Entrega del reporte corregido por parte de los estudiantes	

5gística

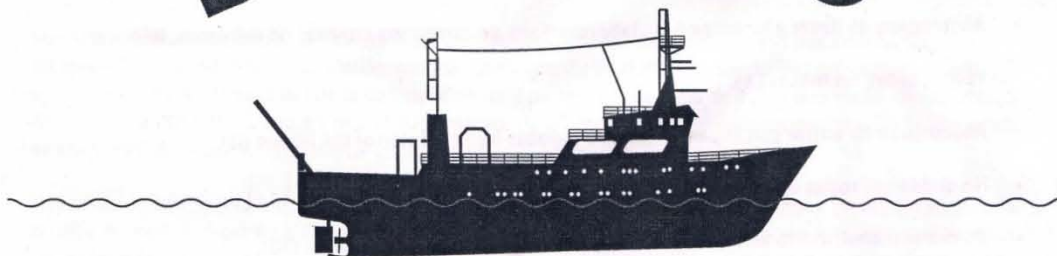
No 1
clase

10. MANUAL DE SEGURIDAD Y COMPORTAMIENTO DEL B/O EL PUMA



**BUQUES OCEANOGRÁFICOS DE LA UNAM
"EL PUMA" Y "JUSTO SIERRA"**

BIENVENIDO



A BORDO

**MANUAL DE SEGURIDAD
Y COMPORTAMIENTO**

11. ESPECIFICACIÓN DE PESOS DE INSTRUMENTOS USADOS DURANTE LA CAMPAÑA GIOXPOM 2016

Informe, además, si pretende embarcar explosivos, material radioactivo, corrosivo o venenoso, armas de fuego u otros artículos de alta peligrosidad.

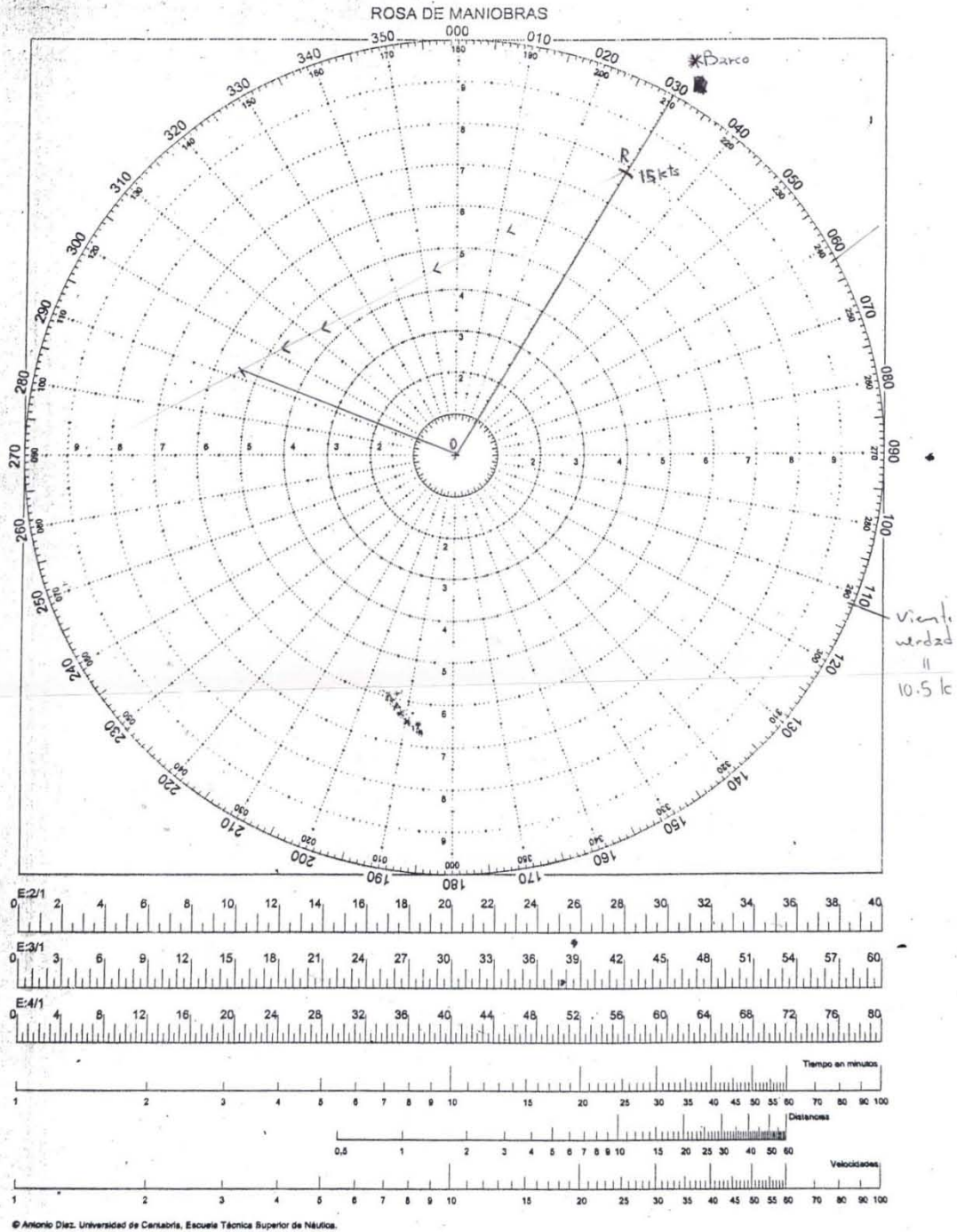
Deben tomarse en cuenta las características de la corriente eléctrica disponible a bordo y asegurarse que éstas sean adecuadas para los equipos que se pretende utilizar en la campaña.

También conviene tener presente que el buque oceanográfico sufre generalmente aceleraciones por vibración y balanceo, así como por fuerzas horizontales y verticales, lo que puede afectar a ciertos instrumentos de laboratorio diseñados para usarse sobre bases firmes.

Efectos electro-inductivos también pueden representar problemas, por lo que hay que considerar el blindaje efectivo de ciertos circuitos electrónicos.

MATERIAL GENERAL	
Nucleador de gravedad	700kg
Nucleador de Caja	400 kg
Redes Bongo	
Bandejas de plástico	
Bidones con llave	
Bomba de Vacío	
Botellas de plástico y vidrio	
Computadora personal portátil	
Congelador	
Cubetas blancas con tapa	
Cuerda de 50 m	
Fluorómetro (Espectrofotómetro Turner)	
Frasco de plástico y de vidrio	
Garrafrones plástico y vidrio	
Hieleras y cajas de plástico	
Incubadora Millipore	
Estructura para antena de radar	
Java's varias	
Parrilla de agitación	
Propipeta y cristalería	

12. EJERCICIO DE CARTOGRAFÍA – CLASE DE MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN OCEANOGRÁFICA



barco { dirección = 30°
 { 15 kts
 viento { dirección = 62° / 20 kts

10 kts = 5 m/s

13. INSTRUCCIONES DEL MANEJO COMPUTACIONAL PARA GUARDAR DATOS DE LA ECOSONDA

- Se irán guardando los archivos de la ecosonda durante todo el derrotero.
- Se irán guardando en carpetas distintas por si llegara a ocurrir que alguna de ellas se pierda.

- Primero se creará una carpeta, el camino será

File

↳ Operation Dialog

↳ Files

En esta página de Replay Dialog crearemos la carpeta 1-2, si es que vamos de la estación 1 a la 2, cambiaremos los números según las estaciones que estemos. En files ▼ seleccionaremos All files y Save Output Data y Loop → OK
→ Cerrar

Posteriormente en Operation Dialog seleccionaremos Browse

↳ Operation Dialog

↳ Browse

Seleccionamos la carpeta creada y aceptar,

Cerramos Operation Dialog

- Para guardar los datos seleccionaremos

File

↳ Store

↳ Browse

Seleccionamos la carpeta recién creada, nos fijamos

que este seleccionado Save Raw Data y Save Output data y OK.

Para poder guardarlos el letrero de abajo en la barra que dice L001, o L002

L00x deben presionarla para que se ponga en negro y se pueda guardar el archivo, una vez que le den OK en Browse y cierran el cuadro de diálogo vuelven a oprimir

L00x para que se ponga en rojo y guarde archivos.

- Hacer notas de hora y día

File

↳ Annotation

14. SOLICITUD A LA SECRETARÍA DE MARINA PARA INTERCAMBIO BIBLIOGRÁFICO



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA

APARTADO POSTAL 70 - 305

MEXICO 04510, D.F. MEXICO

Ciudad de México a 4 de abril de 2016


CONTRALMIRANTE C.G. DEM.
FERNANDO ALFONSO ANGLI RODRÍGUEZ
DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE OCEANOGRAFÍA,
HIDROGRAFÍA Y METEOROLOGÍA
SECRETARÍA DE MARINA

En el marco del curso *Métodos para la Investigación Oceanográfica* a cargo del **Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología**, con sede en el **Instituto de Ciencias del Mar y Limnología** de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), se suscitan intereses de investigación diversos. Entre ellos, la investigación documental de fuentes internacionales resulta provechosa tanto para fines pedagógicos, históricos y metodológicos.

En esta ocasión, el grupo del curso *Métodos de Investigación Oceanográfica* (semestre 2016-2), bajo la tutoría del Dr. Miguel Ángel Alatorre Mendieta, del Laboratorio de Oceanografía Física, ha mostrado interés en la revisión –para fines académicos– de material bibliográfico que el Centro de Información Documental de la Dirección General Adjunta de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología pudiera tener en calidad de donación.

De ser el caso, quedaría en nuestras manos recoger el material en el lugar y periodo de tiempo acordado. Reiteramos nuestro compromiso académico y científico que impulsa esta solicitud así como la convicción de la importancia de mantener lazos con la Dirección a su cargo en los fines de investigación que pudieran ser comunes.

Atentamente,



Dr. Miguel Ángel Alatorre Mendieta
Coordinador de Métodos de Investigación
Oceanográfica



Dra. Ruth Cecilia Vanegas Pérez
Coordinadora del Posgrado en Ciencias del
Mar y Limnología



15. SOLICITUD A LA COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS PARA POSIBLE DESEMBARCO EN LAS ISLAS MARIETAS



Ciudad de México a 26 de abril de 2016

Biól. Jorge Antonio Castrejón Pineda
Encargado y Subdirector del Parque Nacional Isla Isabel
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Aviso para realizar actividades de investigación sin colecta o manipulación de ejemplares de especies no consideradas en riesgo en Áreas Naturales Protegidas

CNANP-00-008

En el marco del curso *Métodos para la Investigación Oceanográfica* a cargo del **Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología**, con sede en el **Instituto de Ciencias del Mar y Limnología** de la **Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**, se realizará una campaña oceanográfica por el Pacífico Oriental Mexicano del 3 al 13 de mayo de este año. Parte del derrotero incluye un monitoreo ambiental topográfico (perfil de playa) de las Islas Marietas.

Nuestro interés radica en la subzonas de protección PR-1 (Isla Larga) y PR-2 (Isla Redonda). Con base en el Acuerdo del Parque Nacional Islas Marietas, la actividad planeada es la "Investigación científica y monitoreo del ambiente", sin ser nuestro objetivo ningún tipo de colecta o manipulación de ejemplares de especies.

Con base en lo anterior, anexamos la información necesaria que, según el Registro Federal de Trámites y Servicios CNANP-00-008, se requiere para dar aviso sobre actividades de investigación.

1. Domicilio para oír y recibir notificaciones, así como las personas autorizadas para tales efectos

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología – Laboratorio de Oceanografía física
Circuito exterior S/N
Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán
CP 04510
Ciudad de México
Responsable: Dr. Miguel Ángel Alatorre Mendieta

2. Nombre, denominación o razón social del o la solicitante, o en su caso del o la representante legal

Dr. Miguel Ángel Alatorre Mendieta

3. Responsable del proyecto

Dr. Miguel Ángel Alatorre Mendieta

4. Clave Única de Registro de Población (CURP), para el caso de personas físicas.

AAMM480505HDFLNG06

5. Firma del o la solicitante, o en su caso del o la representante legal. En caso de que no sepa o no pueda firmar, se imprimirá su huella digital

[Ver parte final del documento]