Academia del Mar

CUADERNO TALÁSICO N°42

Presentado por:
Académico de Número n° 18
Capitán de Navío Néstor Antonio Domínguez.

Tema:
Visión del mar desde las perspectivas de la complejidad.

Presentación:
Julio de 2016

VISIÓN DEL MAR DESDE LAS CIENCIAS DE LA COMPLEJIDAD.

"The sea, once it casts its spells, holds one in its net of wonder fore ever" (Traducción libre: "El mar, una vez que nos cautiva, nos atrapa para siempre en su red

de maravillas") **(1).**

Jacques-Yves Cousteau.

Acciones concretas institucionales e interinstitucionales.

Hace doce años, en la Sesión Plenaria Ordinaria N° 78 de la Academia del Mar, celebrada el 26 de noviembre del año 2004, escuchamos al Contraalmirante retirado Oscar Jorge Calandra, compañero y amigo del autor, exponer sobre el tema: "Estrategia para una cultura marítima" **(2)**. Finalizado su discurso expresé lo siguiente, según consta en actas:

"Yo quería hacer algunas acotaciones en relación con el tema del conocimiento en general. Me refiero a que el conocimiento puede ser disciplinario, interdisciplinario y/o **transdisciplinario**. La cuestión planteada por el contraalmirante Calandra, en el sentido que se pelean entre los distintos actores del quehacer marítimo, ocurre porque cada uno trata de defender su "feudo", es una pelea de tipo multidisciplinario donde cada uno cultiva un sector del conocimiento de lo marítimo. De todas maneras pienso que es posible pasar al plano de lo interdisciplinario para que esos sectores se entiendan entre sí y comenzar a construir una genuina cultura marítima. El pasar al plano de lo transdisciplinario permitiría que las personas que accedan a él, sean los futuros dirigentes, los tomadores de decisiones, que puedan enfocar las cuestiones del mar, más allá de todas estas disputas de los sectores que entienden en las partes de los intereses sectoriales".

"O sea que tenemos que aspirar a formar funcionarios que atiendan los intereses marítimos más allá de los intereses

particulares de las distintas partes".

"En base a eso es que yo he planteado, desde comienzos del año pasado, al Centro de Estudios Estratégicos de la Armada una idea que la estamos llevamos a cabo tras el siguiente objetivo: dictar Cursos Universitarios de Capacitación en Intereses Marítimos Argentinos y Derecho del Mar y Marítimo para escuchar a especialistas de los distintos temas exponer sobre todos los principales conocimientos que hacen a cada tema para sentar las bases de un discurso interdisciplinario de nivel universitario sobre las cuestiones del mar".

"Hemos puesto aproximadamente cuatro horas para cada tema, en un total de 40 horas para tratar los intereses marítimos y otro tanto para las cuestiones de derecho. De esta manera se tratan las cuestiones de hecho y las de derecho para que los estudiantes comprendan todas las que tienen que ver con el mar **como partes de un todo sistémico**".

"Entonces, planteadas las cuestiones del ser del mar y del deber ser nuestro respecto a él, podrá ocurrir que los estudiantes que tienen distintas profesiones de origen, ingenieros, abogados, biólogos marinos, ingenieros navales, oficiales de la Armada o de la Prefectura, etc., escuchen todas esas cuestiones y formen en su conocimiento una visión integrada que vaya más allá de esos planes disciplinarios para ir arribando a un nivel transdisciplinario que les permita tomar decisiones el día de mañana en niveles ejecutivos en relación con el mar".

"Con esto estamos tratando de ocupar el lugar más alto del conocimiento, con la idea de dictar maestrías en derecho del mar, marítimo y en intereses marítimos en el seno del Instituto Universitario Naval (INUN) y, en base a esa gente que formamos con capacidad directiva y conocimiento amplio, poder hacer un instituto de investigaciones sobre estos temas del derecho del mar e intereses marítimos. Formaremos así el extremo superior del conocimiento sobre mar con visión transdisciplinaria, integradora de la problemática del mar. No pensamos en que este conocimiento sea del patrimonio de la Armada, de la Prefectura Naval o de ningún sector que se encargue de cuestiones del mar, es un patrimonio nacional ineludible".

"El otro extremo se constituye con las maestras y sus alumnos mencionados por el contraalmirante Calandra. Con ellos se forma una conciencia marítima y se establece educación en lo marítimo desde la base y en todos los niveles de la educación que estén por debajo de este nivel del postgrado y de la investigación que estamos planteando".

Nota del autor: Los niveles entonces mencionados lo son en cuanto a su complejidad pero no podemos considerar, como lo hice entonces, que están por debajo o por arriba en base a una supuesta importancia.

"Si nosotros logramos cubrir por arriba esos niveles de decisión que necesitamos y por abajo ese conocimiento de toda la problemática de los intereses marítimos y del derecho marítimo, creo que iremos cumpliendo el objetivo de tener una conciencia marítima nacional que nos falta. Yo creo que hay un terrible desequilibrio demográfico que ha hecho que en cierto modo todos los intereses del país se vayan hacia el norte, hacia la Pampa Húmeda y ocurre en nuestra Patagonia despoblada, que es la que está frente al mar y que sea poca la gente que, por estar allí, sea la que pueda tener conciencia marítima. Nuestro verdadero y principal recurso está en la educación, en esta Academia, en la Liga Naval, en la Armada, en la Prefectura y en el seno de la sociedad argentina para formar recursos humanos y crear conciencia marítima a nivel nacional".

Nota: lo marcado en negrita es señalado por el autor en relación con este artículo.

Mi referencia a lo "transdisciplinario" inicial se refería, por entonces, a la filosofía. Cuatro años después fui invitado a incorporarme al Grupo de Estudios de Sistemas Integrados (GESI), tomé contacto directo con su mentor, el Profesor Charles François. Fue así como resulté influido por su idea de que las ciencias de la complejidad, y en particular la sistémica, son transdisciplinarias por la simple cuestión de que la realidad que nos circunda es indeterminada y, como consecuencia, no obedece puntualmente a las leyes de la ciencia determinista. Así es "el todo sistémico" que luego remarco y que es real. Es así como, desde entonces, mis transdisciplinas preferidas son la filosofía y la sistémica.

Pocos años después mis colegas de la Academia me votaron para asumir la presidencia entre los años 2008 y 2011 y volvieron a hacerlo para el período 2011-2014. Lo primero que hice, ni bien asumí, fue presentar mi visión transdisciplinaria filosófica a través del Cuaderno Talásico N° 29 titulado: "Algunas reflexiones filosóficas en relación con el mar" **(3)** y lo segundo, invitar al Profesor Charles François a disertar ante la Academia sobre el tema: "Una visión sistémica del mar" en la Sesión Plenaria Ordinaria N° 116 celebrada el 31 de marzo del año 2009 **(4)**.

Luego de mostrar lo sistémico del mar a los miembros de la Academia cabía mostrar el mar a los sistémicos del GESI. Fue así como invité al Académico Capitán de Navío (RE) Licenciado en

Oceanografía Don Javier Valladares a volcar su visión oceánica ante los miembros del GESI, esto se hizo en la Facultad de Ciencias Jurídicas, Políticas y Sociales de la Universidad el Salvador el 26 de agosto de 2010.

Los términos de mi invitación incluían lo siguiente: “En el Grupo de Estudios de Sistemas Integrados (GESI) nos hallamos programando las actividades del segundo cuatrimestre del año 2009 (22 de agosto hasta mediados de diciembre) y consideramos que sería muy interesante que usted expusiera su visión del océano como subsistema del sistema Tierra (el océano y sus interacciones con el entorno atmosférico, las superficies terrestres y heladas (polos y glaciales) y sobre la acción de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI), de la cual fue Presidente, al respecto. Nos resultan de particular interés su concepto sobre “oceanografía operacional” y las dificultades de interpretación de la CONVEMAR planteadas entre abogados y oceanógrafos”.

Con ello se cerró el lazo de interés por el tema “el mar como sistema” en ambas instituciones.

Posteriormente, ya en el año 2011, el Académico Valladares propuso a la Mesa Directiva de la Academia del Mar, que yo presidía, el hacer una propuesta sobre política oceánica para las autoridades nacionales y la sociedad en general. Hubo una serie de iniciativas en el seno del Claustro Académico que fueron creando una situación confusa sobre la mejor manera de hacerlo. Para salir de ello le propuse al citado Académico que formara un grupo de académicos para manejar adecuadamente la cuestión y así se hizo. Luego de meses de interacción, en el grupo y con algunos académicos ajenos a él, se produjo el documento, incluido como Cuaderno Talásico N° 35. Éste fue denominado: “Pautas para una Política Oceánica Nacional para la República Argentina” **(5)**. El documento tuvo amplia difusión primero en niveles políticos, universitarios, científicos, empresariales y sociales nacionales y luego internacionales.

Allí fue incluida no sólo una visión sistémica del mar sino una gestión del mismo sentido como solución a los múltiples problemas que seguramente planteará la ejecución de una política oceánica. Esta, cuando se implemente, deberá encararse como una “Política de Estado”.

Entonces gestioné para que ése documento pasara al conocimiento de los miembros del GESI ni bien fuese emitido.

Por otra parte el GESI había invitado al Doctor Alexander Lazlo, entonces Presidente de la International Society for the Systems

Sciences (ISSS), que agrupa a todos los cultores de ciencias de la complejidad del mundo, para estar presente en la Segunda Conversación del Extremo Sur, realizada en Usuhaia entre el 9 y el 12 de abril de 2013. Durante su estadía en Buenos Aires propuse que visitara nuestra Academia, junto con algunos miembros del GESI, con la intención de escucharlo y de explicarle nuestro documento Esto se realizó con fecha 16 de abril de 2013 (Acta N° 152) **(6)** y se le entregó una copia del documento impresa por el Boletín del Centro Naval **(5)**. La presentación del documento por el Académico Valladares lo impresionó tanto que, poco tiempo después, propuso que el documento fuera presentado ante la 57va. Conferencia Anual de la International Society for the Systems Sciences (ISSS) realizada en Hai Phong (Vietnam) **(7)**. Nuestra presentación se hizo por Internet, con auxilio del ITBA, desde Buenos Aires ante el plenario de los concurrentes en día 16 de julio de 2013 coincidiendo casualmente con la celebración del Día de los Intereses Argentinos en el Mar. El GESI gestionó para que estuviera presente en Vietnam el Licenciado Ricardo Barrera, que luego fue incorporado como miembro del Grupo Mar por la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Este también participó en diversas reuniones realizadas en el seno de la conferencia y luego en China y Gran Bretaña. Como consecuencia de todo ello nuestro documento fue traducido al inglés, para su difusión sobre todo en Europa, y al japonés.

Luego, por iniciativa del Almirante (RE) Ramón Arosa y el Presidente del Centro Naval de entonces, el Vicealmirante (RE) VGM Eduardo Rodolfo Llambí elaboré, en base al documento brasileño similar **(8)** suministrado por el primero, el Cuaderno Talásico N° 36 de la Academia del Mar sobre el tema: “Amazonia Azul” y “Patagonia Azul” **(9)** con la finalidad de iniciar una comparación internacional de enfoques sobre las cuestiones del mar.

Todo lo anteriormente mencionado dio aliento a un Claustro Académico de la Academia del Mar que ha trabajado ya veinte años, pagando su cuota social y sin recibir casi ningún aporte económico por parte del Estado Argentino. Es un hecho que la Academia se ha autosoportado casi exclusivamente con el aporte de sus miembros y que, no obstante ello, ha tenido que rendir cuentas hasta el último centavo ante la Inspección General de Justicia de la misma manera que ocurre en el GESI..

Al surgir la idea de conformar los Grupos GESI en mayo del año 2013 se vino realizando una acción conducente a una aplicación concreta de tal enfoque usando la teoría elaborada por el Dr. Ockie Bosh sobre el Laboratorio de Aprendizaje (Learning

Laboratory for managing complex issues) que también fue presentada simultáneamente en Vietnam. De resultas de todo lo anterior propuse la creación del Grupo Mar y surgieron otros dos grupos: el de Economía Amable y el Holograma (dedicado a temas educativos) existiendo enlaces académicos entre estos grupos para consolidar la acción del GESI.

Actualmente de estos tres grupos dos se encuentran en funcionamiento, según las normas del estatuto del GESI **(10)** y son integrados por miembros del GESI y otros miembros de distintas instituciones que colaboran ad-honorem en sus actividades y en igualdad de condiciones. El Grupo de Economía Amable no se encuentra al momento en funcionamiento activo.

En particular el Grupo Mar encaró entonces una serie de actividades que, poco a poco, van produciendo resultados.

Se reforzaron los lazos con la Academia del Mar, el Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA) y Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco y se establecieron otros con la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) (fundamentalmente con la sede de La Plata), con la Universidad Nacional de Tierra del Fuego y otras organizaciones para ir implementando la necesaria Política Oceánica conducente a resguardar el interés permanente y vital por el mar que debe ejercitar la República Argentina.

Para el grupo ha quedado claro que lo anterior no puede ser logrado sin una consciencia oceánica y marítima por parte de la población en general. Fue así como este Grupo está realizando una evaluación sobre dicha consciencia, a nivel nacional y teniendo en cuenta todos los estratos sociales, mediante una encuesta, propuesta por el ITBA y perfeccionada con la intervención de los miembros del Grupo. Dicha encuesta ha sido denominada “Argentina de espaldas al mar” **(11)** ante la creencia de que los resultados mostrarán efectivamente que esto es así. Suponemos que nuestro país ha estado de “espaldas al mar” a lo largo de toda su historia. Nuestro mar ha sido calificado como una “Provincia Olvidada”, no sólo por los ciudadanos sino también por sus dirigentes políticos. Se trata de una “provincia”, sin gobernador y sin habitantes estables, pero que tiene límites y una extensión tan amplia como la de nuestro territorio continental.

Paralelamente los grupos Mar y Holograma (Educación) del GESI han recibido el contenido de dos libros tendientes a la solución del problema que plantea la encuesta a través del sistema educativo nacional en los niveles primario y secundario de educación. Todo ello para brindar apoyo educativo a la

generación de una consciencia oceánica y marítima.

Los libros antes mencionados son:

¡TODOS AL AGUA! (12) (para el final del nivel primario); en coautoría de Ricardo Augusto Echague y Néstor Antonio Domínguez (registrado el 11 de junio de 2015 con el N° de expediente 5235010 y el formulario N° 000283591) y **CONOCIENDO EL MAR (13)** (para nivel secundario inicial)**;** en coautoría de Ricardo Augusto Echague y Néstor Antonio Domínguez (registrado el 11 de junio de 2015 con el N° de expediente 5235009 y el formulario N° 000283593).

Estos libros se complementarán con otro realizado y probado por la Armada para fin del ciclo secundario y denominado: **MANUAL DEL MAR (14).**

En el nivel universitario se formalizaron talleres para convocar a un "pensamiento sistémico en acción" pero también queda claro que la falta de consciencia oceánica y marítima, por no haber sido formada en los niveles anteriores, atenta contra el interés por estos temas en los estudiantes universitarios actuales. Esto también involucra a los padres, maestros y profesores de niños y jóvenes.

Luego de comenzada la acción del Grupo Mar, conformado con representantes de la Universidad Tecnológica Nacional, el ITBA, la Universidad Nacional de la Patagonia "San Juan Bosco" y la Academia del Mar, se ha logrado formalizar la presentación de la ponencia para "UNA MIRADA SISTÉMICA HACIA LA GESTIÓN DEL MAR" **(15)**.

Esta fue aprobada como investigación por la Secretaría de Ciencia y Técnica con fecha 14 de noviembre de 2015 a la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Esto ocurrió luego de ser presentada tal ponencia en las "V^{a} Jornadas Patagónicas de Investigación en Ciencias Económicas" (4-9-2014) realizada por el Lic. Ricardo Barrera, ex decano de la Facultad de Ciencias Económicas de dicha universidad y, como dije, participante argentino en Vietnam y otros países. También se hicieron presentaciones de nuestro proyecto en el Instituto Tecnológico de Buenos Aires y en la Universidad Tecnológica Nacional – Sede de La Plata.

Entonces ocurrió que en un viaje que Alexander realizó a EE.UU. en abril de 2015, tomó contacto con el educador ruso Pavel Luksha que es coordinador y director de un proyecto ideado por el artista ruso Alexander Ponomarev, que es de fama internacional. Este en el año 2014 ha presentado obras artísticas

el Pabellón Antártico de la Bienal de Venecia con un objetivo de intercambio cultural. Actualmente dicho artista tiene un proyecto internacional para presentar obras de arte en el mismo continente antártico y para debatir ideas creativas sobre dicho continente y el mar, más allá de los límites exteriores de la plataformas continentales de los Estados del Mundo, para marzo del año 2017. Fue así como requirió el apoyo del Grupo Mar al respecto para asumir una participación argentina y latinoamericana. Esto nos ha resultado tan imprevisto como interesante.

El proyecto de Ponomarev **(16)** presenta dos aspectos de futuro: los relativos a la Antártida en sí y los concernientes a ultramar y los fondos marinos como parte del Patrimonio Común de la Humanidad.

Eso se realizará según un Laboratorio de Sistemas de vida y aprendizaje en el que se realizarán diálogos internacionales transdisciplinarios y transculturales sobre el futuro de la Antártida y de los fondos marinos. Los participantes de ésos diálogos representarán a la academia, al mundo corporativo (incluyendo el transporte, construcción, minería y otros sectores), las industrias innovativas/empresas del conocimiento, política, y movimientos sociales y ambientales y el nivel de veteranía/antiguedad de los participantes seleccionados debería ser suficiente para abonar las decisiones que se tomen, como compromiso mínimo, a bordo.

Fue por lo anterior que Alexander pudo instrumentar un diálogo entre algunos miembros del Grupo Mar, ubicados en Posgrados del ITBA en Buenos Aires, con Pavel Lushka, ubicado en Moscu.

Luego de ese diálogo quedó claro que hay diferencias entre la cuestión de los fondos marinos, como Patrimonio Común de la Humanidad, y la cuestión Antártica, en la que Argentina y otros países plantean cuestiones de soberanía postergadas actualmente por el Tratado Antártico. De todas maneras hay voluntad de tratar de llevar el proyecto adelante guardando ciertos recaudos.

Ni bien propuse que se creara un Grupo Mar en el GESI su entonces Presidente, la Licenciada Eva Sarka se anotó como miembro del Grupo Mar (haciéndolo también en el Grupo Holograma, sobre educación). Ella es docente e investigadora, extensionista. Esta dedicada a la formación de formadores en universidades y diversas organizaciones. Promueve programas y proyectos interdisciplinarios e interinstitucionales a nivel nacional y latinoamericano. Diseña espacios de aprendizaje vivenciales (comunidades). Es así como su incorporación

significó la posibilidad de hacer intervenir en el Grupo a los institutos y universidades antes mencionados a través de su empuje y conocimiento. Sus virtudes personales han permitido que todos los actores tengamos un sentimiento de cohesión para lograr los altos objetivos que siempre nos han animado respecto al mar.

Poco tiempo después se incorporó al Grupo el Académico del Mar y Licenciado en Oceanografía Capitán de Navío Javier Valladares, quien fuera Jefe del Servicio de Hidrografía Naval y Presidente de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental con sede en Paris. Esto permitió aportar a nuestras actividades y conocimientos un cauce de nuevas ideas que potenció nuestra acción.

Nuestras necesarias conexiones con la Patagonia y el extranjero han venido instrumentadas a través del Licenciado Ricardo Barrera, ex Decano de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, que vive en Madryn y tiene fluidas relaciones con la Universidad Nacional de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur. Como dije él nos representó en Vietnam y en muchos encuentros realizados en el exterior.

Debemos destacar que las más recientes incorporaciones al Grupo Mar del Doctor Alexander Laszlo y del Ingeniero Martín Luzuriaga (Director de la Escuela de Posgrados del ITBA) también han sido sumamente beneficiosas para el grupo por sus aportes relacionados con las ciencias de la complejidad a nivel mundial, en cuanto al primero de los nombrados, y para nuestras relaciones con el Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA), en lo relativo al segundo. La posterior designación del Ingeniero José Luis Roces, Rector del ITBA, como Presidente del GESI en reemplazo de Eva Sarka significó un apoyo adicional de gran valor.

El Doctor Lazlo es el Director del Doctorado en Innovación Sistémica del ITBA, ha participado y participa en varios de los emprendimientos antes descritos y tiene sobrados méritos académicos que pueden ser consultados en su biografía de Wikipedia (Internet).

En Ing. Diego Luzuriaga (Director de Posgrados del ITBA) ha expresado nuestras posibilidades de investigación en cuanto a:

- Modelizar cuestiones asociadas a la temática del mar (usando System Dynamics para casos de máxima

complejidad). Pone por ejemplo: la explotación económica, el diseño de políticas, etc. como cuestiones difíciles y desafiantes para nuestro emprendimiento;

- Realizar investigaciones comparativas con otros países (como lo que plantea el Profesor Charles François, estudios econométricos, de infraestructuras (para la carrera de Ingeniería Industrial), estudios sociales (como el ya encarado de la encuesta "de espaldas al mar", temas regulatorios, estudios ecológicos o ambientales, etc.

- Encarar investigaciones deben hacerse sobre temas concretos y realizables en un plazo razonable.

El Grupo Mar no tiene entre sus miembros a artistas que puedan instrumentar una participación argentina y latinoamericana en el proyecto internacional propuesto por los rusos. Fue así como, de las reuniones realizadas en Posgrados del ITBA del 20 de abril de 2016, para explicar nuestro proyecto, y del 5 de mayo para intercambio de ideas con el doctor Pavel Luksha, surgió la posibilidad de que la Fundación Eco Conciencia colaborara con nosotros en ése sentido a través de su Presidente, el licenciado Rodolfo Tarraubella y del futuro arquitecto Juan Pablo Selles. Lo vienen haciendo con gran empeño y contra reloj.

Más recientemente ha surgido, gracias a la gestión de Eva Sarka, que los artistas de Sur Polar (Arte en la Antártida) y Pro & Art (con sedes en España y Argentina) encabezados por los artistas Andrea Juan y Gabriel Penedo Diego nos den una mano en este complejo empeño. También la artista argentina Mireya Baglieto (Arte Núbico) esta dispuesta a colaborar con nosotros en este proyecto que venimos denominando, en cuanto a nuestra participación, como: "Aprendiendo a convivir" (en el seno de una cultura "Glocal").

Dado que se trata de una "Bienal Antártica" este es tan solo el inicio de un empeño que se repetirá, desde el año 2017 en adelante y cada dos años.

Otros integrantes del Grupo Mar, aparte de los ya nombrados, son la Doctora en Historia Valeria Marina Rlizalde (Prov. de La Pampa), la Técnica en Gestión Ambiental Elizabeth Higueras Ordoñez (de Usuhaia) y el Magister en Gestión Empresaria Alberto Bressan (de Comodoro Rivadavia).

Todo esto que venimos haciendo apunta a los horizontes

infinitos del mar y, por lo tanto, pensamos que no tiene límites. Tampoco tienen límites las **ciencias de la complejidad** que le dan vida y salud.

Es por todo ello que cabe entonces analizar brevemente dichas ciencias y establecer algunas de sus aplicaciones concretas en relación con su incumbencia en relación con las cuestiones del mar y con las de la gestión de las soluciones que, política y ejecutivamente, debe ser realizadas por nuestro país.

MARCO TEÓRICO DE APLICACIÓN.

Las ciencias de la complejidad aplicadas al mar.

La ciencia normal hasta ahora ha pretendido determinar leyes que permitan poner a la naturaleza y a la sociedad bajo el control de lo que los humanos pensamos que debe ser aplicado. Pero ocurre que se necesitaban ciencias que nos permitieran acercarnos más a la realidad de lo que pasa en el mundo sin atenernos a modelos ideales que pertenecen más al Mundo de las Ideas platónicas que a la cruda realidad que vivimos cada día, ya sea en contacto con la naturaleza, como haciéndolo en el seno de la sociedad.

Como una respuesta a este planteo en el Siglo XX han surgido las **ciencias de la complejidad** que, como luego veremos, tratan de mostrar la realidad tal cual es. Es así como estas ciencias han surgido para hacerse cargo de una realidad que nos ha mostrado que tanto la naturaleza como la sociedad y el hombre que la compone son objetos de estudio científico complejos, dinámicos e indeterminados (alineales) que configuran sistemas observables desde una óptica distinta a la tradicional.

Me refiero a:

La **sistémica** como Teoría General de los Sistemas y como enfoque sistémico para sus aplicaciones prácticas, que fue creada por Ludwig Von Bertalanffy a partir del año 1945 **(17)**. Pese a que siempre se había usado la palabra “sistema” a nadie se le había ocurrido darle un carácter científico. La **cibernética** fue creada por Norbert Wiener y Arturo Rosenblueth Steams allá por el año 1942 **(18)**, la **teoría del caos** que tiene una larga historia y muchos aportantes pero, si debemos destacar a un científico, este es Ilya Prigogine **(19)**, la **geometría fractal,** en la

que Mandelbrot puso su originalidad **(20)**, la **teoría de las catástrofes, p**lanteada a finales de la década de 1950 por el matemático francés René Thom, especializado en topología diferencial, y muy difundida a partir de 1968 **(21)**, la **prospectiva,** cultivada inicialmente (1979) por los psicólogos Daniel Kahneman (Premio Nobel de Economía en el 2002) y Amos Tversky y ha tenido un gran desarrollo posterior, etc.

A continuación relataré brevemente la definición de algunas de estas ciencias que son de particular interés para los marinos y los expertos en ciencias de la complejidad, su contenido y un ejemplo de aplicación general y otro particular en el mar como sistema.

Las ciencias de la complejidad.

Por lo que anteriormente he explicado, estas ciencias han surgido para hacerse cargo de una realidad que nos ha mostrado que tanto la naturaleza como la sociedad y el hombre que la compone, son objetos de estudio científico complejos, dinámicos e indeterminados (alineales) que configuran sistemas observables desde una óptica distinta a la tradicional.

Estas ciencias, surgidas durante el Siglo XX, son, como dije y por ahora, las siguientes: sistémica, cibernética, teoría del caos, geometría fractal, teoría de los juegos, prospectiva, teoría de las catástrofes, etc. todas ellas cultivadas en nuestro país por el Grupo de Estudios de Sistemas Integrados (GESI), en Latinoamérica por la Asociación Latinoamericana de Sistemas (ALAS) y en el mundo por el International Society for the Systems Sciences (ISSS) y la Academia Mundial de Ciencias de la Complejidad (“WORLD COMPLEXITY SCIENCE ACADEMY (WCSA) que ya está por formalizar su Séptima Conferencia sobre el tema: “Governing Turbulence” a la que asistirá el Dr. Alexander Laszlo como representante de nuestro Grupo.

A continuación relataré brevemente la definición de estas ciencias en particular, su contenido y un ejemplo de aplicación general y otro particular en el mar como sistema.

1) Sistémica.

De las muchas definiciones que se han dado del término "sistema" elijo la del creador de la sistémica como ciencia de la complejidad a través de la Teoría General de los Sistemas **(17) y (22)**: Ludwig Von Bertalanffy (1901-1972), un talentoso biólogo y filósofo austríaco. Tal definición es corta, sencilla y omniabarcante:

Es "un complejo de elementos interactuantes" **(23).**

El hecho que se trate de un biólogo me resulta muy significante porque ha encontrado los sistemas básicamente en los organismos vivos y, al ser además un filósofo, ha podido reflexionar profundamente sobre la vida como una construcción orientada por una sistémica natural que rige en el planeta Tierra. Todo esto me sugiere que el encuentro de los caminos de un pensamiento, un desarrollo y una economía sustentables y sostenibles son marcados por la sistémica en su aplicación a través de enfoques sistémicos de todo nuestro "deber ser" y "obrar" en relación con la naturaleza, o sea, el pleno ejercicio de la **ecoética (24).** En una muy reciente entrevista al Doctor Frijof Capra, físico austríaco, investigador en sistemas y educador, expresó que: "(...) para crear comunidades sustentables, necesitamos no solamente conocimiento ecológico, sino también la correspondiente ética (...)" **(25).**

El contenido de la sistémica abarca a todos los sistemas naturales, sociales y artificiales que podamos concebir y someter a enfoques prácticos y concretos para su esclarecimiento científico y uso humano.

Una aplicación general, muy general, la encontramos al pensar la Tierra como un sistema. Al resultado de tal pensamiento esto se lo llama "**Sistema Tierra"**, como lo hacen los científicos de la Tierra, y tiene cuatro subsistemas que interactúan entre sí de manera claramente apreciable por todos los lectores: el tierra, el mar, el aéreo y el glaciológico.

Este sistema es tan complejo como dinámico y no lineal. Estamos muy lejos todavía de haber develado su funcionamiento a pesar de los adelantos de las ciencias de la Tierra del Siglo XXI.

El entorno de este sistema está constituido por el sistema solar y, en general, por todo el sistema del universo que marca nuestro entorno.

Un ejemplo de carácter general sería el del **sistema educativo** que muchas veces no es tal porque sus elementos, sus relaciones internas y sus entornos natural, social y artificial no

han sido debidamente conocidos y evaluados con visión de futuro. La aceleración (o más aun: el cambio exponencial) de la historia que sufren los sistemas culturales hace muy difícil que los padres, maestros y profesores, mayormente de una o dos generaciones anteriores a la de los educandos, no estén suficientemente actualizados para el proceso de enculturación que ellos deben liderar con autoridad, conocimiento y eficacia. Las herramientas que suministran los lenguajes (con su gramática, sintaxis, etimología y semántica) para la interpretación de textos escritos y la matemática para la interpretación de fórmulas y figuras deben ser básicas para que sean útiles más allá del sistema educativo para aprender a aprender y usar esta capacidad para el resto de la vida.

Uno de los mayores déficits en este sistema lo produce también la resistencia de las universidades a enseñar las ciencias de la complejidad, tanto en sus aplicaciones sobre casos concretos como en su conocimiento general en todas las carreras. Es así como los estudiantes de esas carreras son privados de una herramienta de conocimiento fundamental para encarar el mundo del futuro. La verdad es que los alumnos universitarios serán los dueños de ése futuro si entendemos y comprendemos la importancia de las ciencias de la complejidad necesarias para su formación.

Todos estos elementos, junto con la formación del sentido de la responsabilidad y la voluntad de mejorar permanentemente en el camino del bien, la comprensión, la tolerancia, la dignidad personal, el sentido de la amistad, el principio de autoridad (liderazgo), etc., deben ser parte esencial de un sistema educativo. Este sistema debe ser capaz formar en los educandos la **razón instrumental** para un uso adecuado de la tecnología en relación con la naturaleza y la operación de los recursos del mundo artificial y la **razón valorativa** para tener un desarrollo personal acorde con el medio social que le impondrá su familia, su trabajo y la sociedad. Esto último en su doble condición de ciudadano de un país y del mundo.

Por otra parte, para poner un ejemplo del mar, podría apelar a una visión sistémica del subsistema mar de la Tierra, pero me resulta más interesante, a los fines de este ensayo, referirme al **buque como sistema.** Esto es así porque considero que un buque y su dotación humana conforman un sistema de hombres y máquinas en el que un sistema social, el de la dotación, interactúa con un sistema artificial, el del casco, las máquinas y el equipamiento eléctrico y electrónico (todos interpretables como subsistemas del buque). Ambos sistemas, al navegar, están jugados a los avatares de la naturaleza del

Sistema Tierra, eventualmente con sus cuatro subsistemas en interacción con el buque y sus tripulantes. El buque se desplaza por un medio, el mar, que es prácticamente ajeno a las pobres capacidades humanas de desplazar su cuerpo por el agua sin aditamentos tecnológicos. Es así como podemos pensar al buque como una "caparazón tecnológica" que nos permite navegar sin cansancio hacia los infinitos horizontes del mar, como ahora también lo hacemos, en el espacio ultraterrestre donde los horizontes se pierden y vemos el mar en todo su esplendor **(26).**

Foto N° 1: Buque porta-contenedores en navegación.

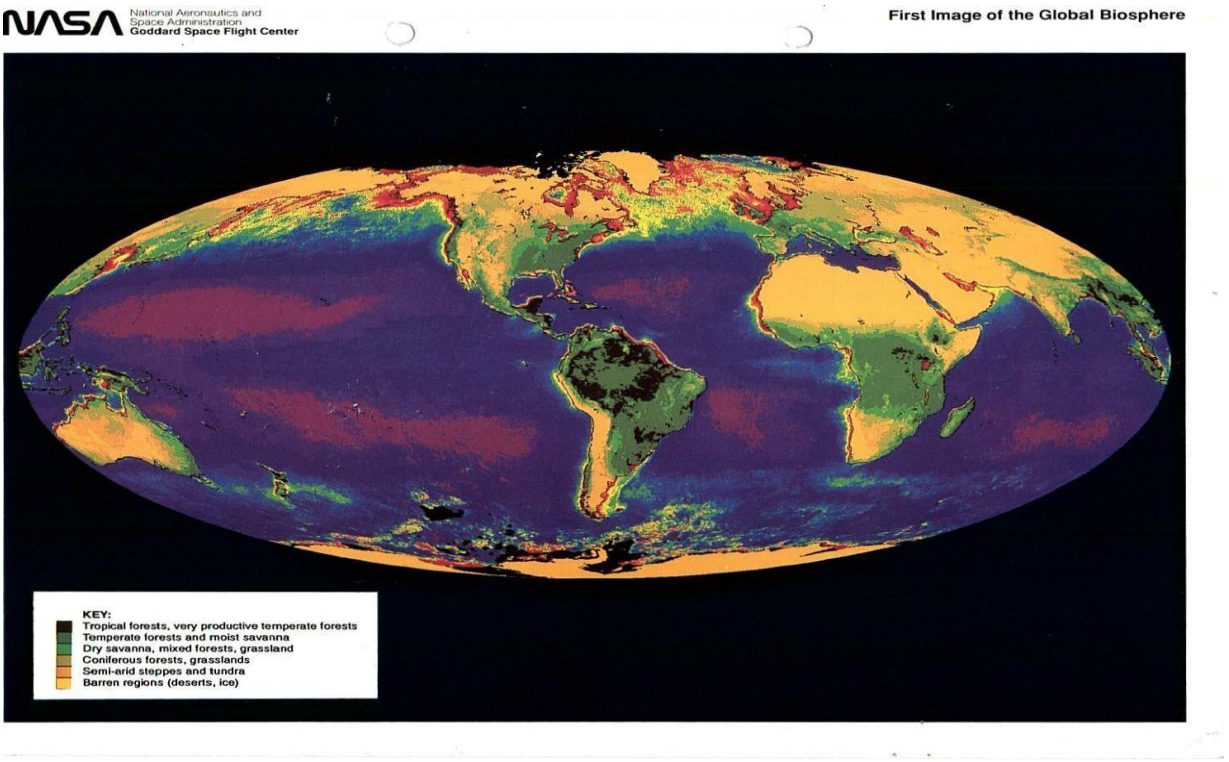


Imagen de la Tierra formada con la integración de miles de imágenes tomadas

por satélites artificiales.

Actualmente creo que lo expresado en el libro antes señalado admite muchas consideraciones adicionales a lo allí ofrecido como para poder valorar, en diversidad yprofundidad, lo entonces expresado. Aquí radica el impulso que deseo dar a lo entonces ideado. Esto lo hago en momentos en que las cuestiones ecológicas y ambientales requieren de la filosofía, no sólo a través de la filosofía de la tecnología, de la cultura, de la ecoética y de la antropología filosófica, sino que también de la estética de nuestro planeta y de la misma gnoseología en cuanto a la fenomenología que marca los cambios de nuestro conocimiento de la cuestión.

Antes que nada deseo aclarar que en esta estética cada lector lee e interpreta un texto producido por un escritor sumido en la **estética de la producción.** A los fines de este artículo cada intérprete de imágenes satelitales procesa y analiza datos digitales que provienen de una naturaleza marina afectada por un efecto antrópico en el que hay dos productores: el primero es la naturaleza o uno o varios dioses creadores u ordenadores de un caos primordial, y el segundo es el hombre como creador de un mundo artificial que trata de usar y protegerse de la naturaleza. Como es habitual en mis escritos no entraré en

consideraciones de orden teológico en cuanto a la creación del mundo natural o su ordenamiento mono o politeísta.

En primera instancia cabe preguntarse ¿qué es la estética de la recepción en literatura y qué paralelismo sugiero que se establezca con dicha estética en la detección, análisis y procesamiento de imágenes teledetectadas del mar?

Algunas comparaciones básicas.

Aquí escribo sobre todo en relación con las imágenes sucesivas y los múltiples textos que surgen de interpretaciones multidisciplinarias de los escritos de un mismo autor. Éstas luego deben pasar por los filtros de la interdisciplinariedad y la trandisciplinariedad filosófica y sistémica para tener la entidad requerida

Lo que estoy haciendo es diferenciar a un hombre que escribe un texto literario y otro que lo lee e interpreta respecto de una naturaleza marina que evoluciona y otros hombres que ven imágenes del mar y sus costas y las interpretan. Pero lo curioso es que ambas actividades son comparables y que se establece un paralelismo que no deja de ser sorprendente.

Cabe observar que la interpretación de imágenes la desarrolló el hombre, usando su cerebro, muchísimos milenios antes (podemos pensar en unos 5.000.000 de años) **(3)** que la interpretación de los textos literarios. Cabe observar que los primeros escritos del hombre se hicieron hace unos 7.500 años. La diferencia actual radica en dos aspectos fundamentales: el primero es que ahora, en vez de usar sólo el cerebro para interpretar las imágenes de lo cercano, hacemos lo mismo desde el espacio ultraterrestre y a través de un procesamiento por computadoras y el segundo es que usamos zonas del espectro electromagnético ajenas al campo visual (básicamente infrarrojas y microondas) además de las de nuestro espectro visual. Esto último se logra a través del uso de metatécnicas

(4) y **(5)** y, lo mismo que la teledetección espacial, agranda enormemente nuestras posibilidades de conocer una naturaleza que escapa a nuestros sentidos naturales pero que es real. Un ejemplo de esto último es el uso de la radiación infrarroja para determinar la temperatura de la superficie del mar. Con esta información los pescadores pueden saber, antes de zarpar con

sus buques, en que zona del mar encontrarán las especies ictícolas que quieren pescar. Esto es así porque cada especie busca ubicarse en la zona del mar que tiene la temperatura adecuada a sus inclinaciones naturales. Hace más de dos décadas que en nuestra Escuela Nacional de Pesca de Mar del Plata ya se bajaban imágenes de satélites meteorológicos para obtener esta información y comunicarla a los pescadores.

De todas maneras cabe observar que, dado que las ondas electromagnéticas del Sol y las generadas por los hombres, tienen muy poca penetración por debajo de la superficie del mar no podemos tener imágenes submarinas para detectar el enorme caudal de la vida en el mar. Rápidamente la luz del sol se va apagando con la profundidad y muchas especies vivientes abisales cuentan con generación de luz propia para iluminar el escenario donde desarrollan su vida. Para obtener datos de lo que ocurre en profundidad la oceanografía cuenta con un conjunto de artificios que los detectan, los graban y pueden transmitirlo a satélites de colecta de datos para bajarlos en laboratorios de investigación marina. Me refiero a plataformas de investigación, buques de investigación, anclajes de instrumentos, sumergibles (vehículos autónomos submarinos), vehículos remolcados, vehículos operados con control remoto (ROV´s), flotadores y boyas de deriva para lo que genéricamente se entiende como “oceanografía operacional”. La investigación oceanográfica también usa satélites de la Tierra para tomar imágenes, como es nuestro caso, y para medir otros parámetros como la temperatura superficial del mar, como antes lo he expresado, velocidad del viento y oleaje con escaterómetros (ERS-1 y 2), salinidad del mar (SAC-D), posicionamiento, velocidad y tiempo (constelaciones NAVSTAR-GPS. GLONASS y GALILEO), etc.

Podemos decir que la **oceanografía operacional,** antes citada, tiene la siguiente misión: “Proporcionar un servicio integral con datos validados y de calidad de diversos parámetros marinos a los usuarios intermedios, finales y tomadores de decisiones. Servir como apoyo a la seguridad de las actividades offshore, ayudar en la gestión y seguimiento de la calidad marina ambiental y el uso sostenible de los recursos marinos” (Internet).

También es materia de interpretación de imágenes la cuestión del color del mar. Genéricamente se dice que el mar es azul pero esto realmente no es así. Nuestra propia experiencia nos dice que el color del mar puede cambiar de manera significativa dependiendo del momento y el lugar: desde azules turquesas a verdes muy claros, pasando por azul oscuro, grises y marrones.

Resulta que las variaciones en el color de los océanos son fruto tanto de factores físicos como biológicos y esto es tenido en cuenta por los intérpretes de imágenes del mar. Con esto no hay paralelismo con los textos literarios, estos pueden ser interpretados independientemente del color de las letras con los que fueron impresos.

Además existe el proyecto argentino-brasileño SABIA-MAR a desarrollar desde el año 2020 con dos satélites (SABIA-MAR 1 por Argentina y SABIA-MAR 2 por Brasil). Los datos a obtener del mar serán los siguientes:

- Productividad primaria del mar
- Ecosistemas oceánicos y costeros
- El ciclo del carbono
- Biodiversidad y ambiente marino
- Manejo de recursos pesqueros y vigilancia en el mar
- Calidad de agua en costas y estuarios

Los principales productos que se generarán a partir de los datos del SABIA-Mar serán:

- Radiancia/Reflectancia emergente normalizada del agua
- Concentración de Clorofila-a
- Coeficiente de Atenuación Difusa (K490)
- Radiación fotosinteticamente disponible (PAR)
- Turbiedad
- Temperatura Superficial del Mar

Los instrumentos constituyentes de la Carga Útil del SABIA-Mar 1 se encuentran categorizados en primarios y secundarios, siendo los primeros aquellos que permiten proporcionar información directamente relacionada con el objetivo central de la misión SABIA-Mar, es decir con la variable “color de océano”, mientras que los secundarios proporcionarán datos complementarios a dicho objetivo.

Satélite SABIA-Mar: Instrumentos y su aplicación (Internet).

Instrumento		Aplicación
Instrumentos primarios	VIS-NIR (rango visible-infrarrojo cercano): Cámara óptica de 11 bandas cubriendo el rango desde los 412 nm hasta los 865 nm. Resolución espacial de 200 m en costas y 800 m a mar abierto.	Color de océano. Estudios marítimos y costeros. Apoyo a aplicaciones en tierra
	NIR-SWIR(rango infrarrojo cercano-infrarrojo onda corta) : Cámara óptica de 6 bandas cubriendo el rango desde 750 nm hasta 1.600 nm. Resolución espacial de 400 m en costas y 800 m a mar abierto.	Color de Océano. Estudios marítimos y costeros.
Instrumentos secundarios	DCS: Sistema de recolección de datos.	Colecta de datos ambientales y meteorológicos desde el terreno.
	TIR: Cámara térmica de 2 bandas, 11 y 12 micrones. Resolución espacial de 400 m, tanto en el escenario costero como global.	Temperatura superficial del mar.
	MAC: Cámara multiespectral de 5 bandas; 4 de ellas para toma multi-ángulo en el espectro visible (azul-verde) e infrarrojo cercano y una banda pancromática para satisfacer las necesidades de observación de alta sensibilidad durante la noche en el mar Argentino.	Color de océano. Estudios marítimos y costeros. Aerosoles. Vigilancia marítima. Detección de luces urbanas, incendios y erupciones

Como vemos en esta planilla de los cinco instrumentos cuatro exigen interpretación de imágenes y solo uno, el DCS, no lo necesita dado que solo es dedicado a la colecta de datos.

Pero, volviendo al núcleo central de esta investigación diré que:

Nuestra “nave espacial”, la Tierra, ha venido cambiando a lo largo de un larguísimo proceso evolutivo y es poco lo que conocemos de su sistema y de los cambios que en él se vienen produciendo. Los subsistemas marino y glacial son los más pobres en datos pues la investigación de campo y aérea es compleja y costosa en ambos casos.

Antes que nada deseo aclarar que, en la estética llamada de la recepción literaria, cada lector lee e interpreta un texto producido por un escritor sumido en la **estética de la producción.** A los fines de esta investigación cada intérprete de imágenes satelitales procesa y analiza datos digitales que provienen de un mar afectado por un efecto antrópico en el que hay dos productores: el primero es la naturaleza (producto, según consideraciones teológicas, de uno o unos dioses creadores u ordenadores de un caos primordial) y el segundo es el hombre como creador de un mundo artificial que trata de

usar y de protegerse de la naturaleza y de sus propios artificios. Como es habitual en mis escritos no entraré en consideraciones de orden teológico en cuanto a la creación del mundo natural o su ordenamiento mono o politeista.

Por supuesto que a la tradicional manera de tomar fotografías de un lugar determinado, natural o artificial, se han sumado gradualmente la percepción de imágenes obtenidas mediante el uso de cámaras fotográficas submarinas (operadas por buzos o desde submarinos de investigación), desde un avión o un satélite artificial (en lo que podríamos diferenciar las imágenes analógicas de las digitales pero ello no hace al fondo de nuestra cuestión).

Lo que sí cabe considerar es el establecimiento del siguiente paralelismo en base a la resolución geométrica espacial **(*)**: una fotografía submarina o de superficie, es como una letra de un texto literario; una palabra, una imagen tomada desde un avión; una frase es, para una imagen tomada desde un satélite de observación de la Tierra, una página del "libro de la naturaleza marina". Luego de un cubrimiento con imágenes de toda la superficie marítima terrestre (71% del total) se obtiene el texto completo de dicho libro en un lapso de tiempo determinado. Pero ocurre que el libro se reescribe permanentemente por la evolución de la naturaleza del mar y la permanente acción antrópica (del hombre). Esto último es así en cuanto a su elaboración del mundo artificial que se introduce como una cuña entre el mundo natural y el social afectando a ambos.

(*) La resolución geométrica espacial usada en la teledetección esta ligada al pixel (unidad espacial mínima de la imagen) y con ello a la posibilidad de discriminar, reconocer e identificar al máximo posible los elementos de la imagen. A un pixel más pequeño corresponde una mayor discriminación, reconocimiento e identificación de los elementos de la imagen. Esto abona una mejor interpretación de lo que se ve en ella. Por supuesto que la definición científica es mucho más compleja pero no hace a la cuestión que aquí planteamos.

En primera instancia cabe preguntarse sobre qué es la estética de la recepción en literatura y cual es el paralelismo posible de establecer entre dicha estética con el proceso de la detección, análisis y procesamiento de imágenes teledetectadas de los océanos y mares del mundo.

La crítica literaria ha valorado a la obra literaria durante bastante tiempo desde el punto de vista de su producción (**estética de la producción**) más que desde los mismos lectores que obedecen a la **estética de la recepción**.

Era hora de ponerse del lado de los lectores como receptores.

En nuestro caso nos ponemos del lado del receptor de imágenes más que de la imagen en sí. Por otro lado "el productor", en tanto sea la naturaleza o el hombre con su reino de los "artificiata" (Leibnitz **(6)**), **c**omo autor del mundo artificial que nos rodea, influye directamente en el receptor. Este último ha surgido tecnocientíficamente, o sea uniendo la ciencia con la técnica de manera intencional, y fundamentalmente durante la modernidad. Se lo ha hecho con la intencionalidad de un dominio de la naturaleza tanto en el ámbito de la microfísica como en el de la macrofísica propia del espacio exterior a nuestro planeta, pasando por todas las instancias intermdias.

Cabe observar que, siendo el mar un ámbito ajeno al que es propio al desarrollo del ser humano, siempre el hombre ha tenido que transitarlo en superficie, volarlo sobre sus olas y penetrarlo en profundidad mediante recursos tecnológicos cada vez más sofisticados. La oscuridad en las profundidades es similar a la que ven los astronautas desde sus órbitas ante un universo poblado de millones de estrellas que no le dan la iluminación suficiente.

En literatura la estética de la producción es establecida por el autor mientras que en la teledetección satelital el autor es la naturaleza pero su obra se encuentra "borroneada" por la acción antrópica (del hombre). Cada vez es más evidente la contaminación del mar que es producida por el hombre.

Lo que aquí estoy planteando es un paralelismo entre la **comunicación literaria** y nuestra débil **comunicación con el mar** que ahora la hacemos de manera global. Esto es complementario a la comunicación entre hombres y entre hombres y máquinas que planteaba Norbert Wiener en su libro "Cibernética y Sociedad" **(7).** Habría que escribir otro libro que se llame "Cibernética y Mar" en el que un capítulo probablemente debiera ocuparse del contenido de este Cuaderno Talásico.

En la obra literaria el autor usa un código para una expresión que es propia del lenguaje (los textos son agrupaciones de signos con un carácter orgánico artificial). La naturaleza, como "autora", también usa un código que aún no hemos descifrado completamente en cuanto a lo que el mar nos comunica. Esto es así pues la decodificación de las imágenes presupone un

conocimiento del mar que aún no hemos sido capaces de completar. Tampoco tenemos un conocimiento completo de los resultados de la acción antrópica sobre el mar. Esto último debido a que existen deficiencias ecoéticas importantes en el hombre unidas a grandes ignorancias.

La literatura es, además de lo antes dicho, un sistema de signos y prácticas textuales. La teledetección de la naturaleza nos muestra una tempestuosa fluencia de bits y muchas prácticas de computación que permiten manipular esos bits.

En cuanto a los textos, como agrupaciones de signos con un carácter orgánico y sistémico, puedo decir que también las imágenes son agrupaciones de signos con un carácter similar al que es propio de la naturaleza del mar. Finalmente los códigos de los receptores son utilizados para “hacer hablar al texto” mientras que los códigos de los analistas e intérpretes de las imágenes son los que “hacen hablar al mar” en un lenguaje críptico que aún no terminamos de descifrar aunque sabemos que “sufre” por nuestra presencia. Todo esto se hace según convenciones que guían a las comunidades interpretativas, que en el caso de las imágenes incluyen por ejemplo la SELPER (Sociedad Latinoamericana de Especialistas en Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial, a la que hace años que he pertenecido).

Se afirma que el lector de textos literarios tiene un papel que, desde el punto de vista estructural, le hace indispensable la consideración del emisor, el destinatario y el contexto. Estas tres premisas tienen, en cuanto a la estructura natural con que se enfrenta el intérprete de imágenes, la consideración de la emisión electromagnética reflejada del Sol en la superficie del mar (o el eco de las microondas en el caso de radares espacio-transportados), el receptor de las imágenes y el contexto natural y artificial desplegado en la superficie de nuestro planeta en y más allá del mismo mar.

Ocurre que el lector, ante la obra literaria que lee, goza de las delicias de sentirse cautivo dentro de un orden admirado creado por el autor. El intérprete de imágenes experimenta lo mismo ante las imágenes, en cuanto a que admira el orden natural y se siente influido por lo que anima a la naturaleza en cuanto a su propia existencia. Se trata de la sensación de un regreso hacia una naturaleza perdida casi totalmente por parte del hombre.

Lo que Jorge Luis Borges y Julio Cortázar han expresado respecto a los sentimientos del lector de una obra literaria tiene un acentuado paralelismo con los efectos sobre los sentimientos del hombre puede producir la interpretación global y

transdisciplinaria de las sucesivas imágenes de la Tierra que se van colectando y representando en mosaicos de cobertura total (como se ve en la última representación de la página 4). Todo esto nos lleva a la visión de un Sistema Tierra coherentemente estructurado.

Todo esto nos lleva a la consideración de lo que en la estética de la recepción se reconoce como **tríada indisoluble** (autor-obra-lector). Dejando de lado al "autor", que es la naturaleza marina en nuestro caso y para no caer en la teología de diversas creencias, podemos decir que la autora en nuestro caso es la naturaleza en sí. En cuanto a la obra diremos que se aproxima a como ella se nos muestra ante los sofisticados recursos tecnológicos de la teledetección propios de nuestra parafernalia artificial y que el lector es el intérprete de las imágenes satelitales. Los intérpretes, en el buen sentido de su acción ecológico-ambiental, tratan de preservar a la naturaleza y de reestructurarla de todos los daños que le viene ocasionando un hombre que se encuentra falto de ecoética sin saberlo o, en el mal sentido, por las distintas maneras de usarla en beneficio propio y sin tener en cuenta los 17 objetivos de desarrollo sostenible acordados en Paris (Acuerdo de Paris sobre el Clima y el Acuerdo de Paris sobre el Desarrollo Sostenible firmados por 175 países el 22 y el 26 de abril de 2016). Estos se ocupan particularmente del mar en el N° 14, en cuanto a la vida marina. Pero tangencialmente también le incumben el N° 6 (Agua limpia y saneamiento), N° 7 (Energía asequible y sostenible), N° 12 (Consumo responsable y producción) y N° 13 (Acción climática).

2) Cibernética.

Sencillamente podemos definir a la cibernética como: "ciencia del control" pero también podemos complicar en algo la cosa definiéndola como: "Disciplina que estudia las regulaciones y la comunicación en los seres vivos y en las máquinas" (según Joël de Rosnay) (lo que ensambla claramente con lo del punto anterior) ó "Ciencia del control de los sistemas que entraña, por lo tanto, su conocimiento (Chadwick en su libro: "El enfoque sistémico del planeamiento") (que también ensambla adecuadamente con el punto anterior) **.**

El padre de esta disciplina científica de la complejidad es, como lo expresé anteriormente, Norbert Wiener quien, junto con el gran matemático John Von Newmann, hicieron experiencias

con batracios para comprobar como su sistema orgánico era regulado por señales de control de su sistema nervioso central.

Como una aplicación general y natural de esta disciplina en la naturaleza podemos recurrir al sistema que conforma nuestro propio cuerpo y estudiar cómo es que mantenemos una temperatura corporal de unos 35° grados centígrados de temperatura. Si algo anda mal en nuestro sistema por causa de su entorno esa temperatura sube o baja y la anormalidad debe ser resuelta a través de la acción de un médico.

En su aplicación social Norbert Wiener, allá por el año 1958 **(27)**, ya nos habla de que el entendimiento de la sociedad estará basado en el estudio de los mensajes cursados entre hombres y máquinas, entre máquinas y hombres y entre máquina y máquina, con un gran adelanto de lo que actualmente es la computación, la telemática y la telefonía celular. A mi entender esto significa que su enfoque científico y tecnológico deja de lado la comunicación hombre-hombre, la comunicación-hombre naturaleza y la comunicación naturaleza-naturaleza. Deja de lado gran parte de la problemática del sistema social tradicional basado en la comunicación entre hombres y la cuestión ecológico-ambiental. De todas maneras se adelantó mucho a su época y hoy toda la sociedad practica de hecho esas tres formas de comunicación.

Todo esto en los buques más modernos, es vital para mantener la compleja trama de la conducción de los miembros de la dotación de personal y, sobre todo, cuando se realizan operaciones propias de la finalidad de cada buque (comercio, pesca, investigación oceanográfica o hidrográfica, turismo, etc).

Foto N° 2: Cuarto de Control de Máquinas de un buque mercante moderno. Desde allí el sistema de control permite una operación supervisada del sistema de propulsión del buque. Hay subsistemas de alarmas que operan ante anormalidades de funcionamiento y se pueden aplicar medidas correctivas para cada caso.

En relación con la cibernética aplicada a las cuestiones del mar todos los marinos conocemos no sólo la existencia del servomotor para el funcionamiento del timón sino que la realimentación negativa es parte de todos los controles electrónicos, eléctricos, hidráulicos, neumáticos, etc. que existen abordo. Además todos conocemos que la orden de un capitán debe ser cumplida dentro del sistema social que es la dotación y que, si cometemos un error, la realimentación negativa que viene por la cadena de mando para corregirlo se hará presente a través de una observación, una reprimenda, un sumario o una pérdida, final o temporal, de la posibilidad de uso de la documentación que lo acredita como registrado y habilitado para embarcar con una determinada función o rol a bordo. Esto también es cibernético.

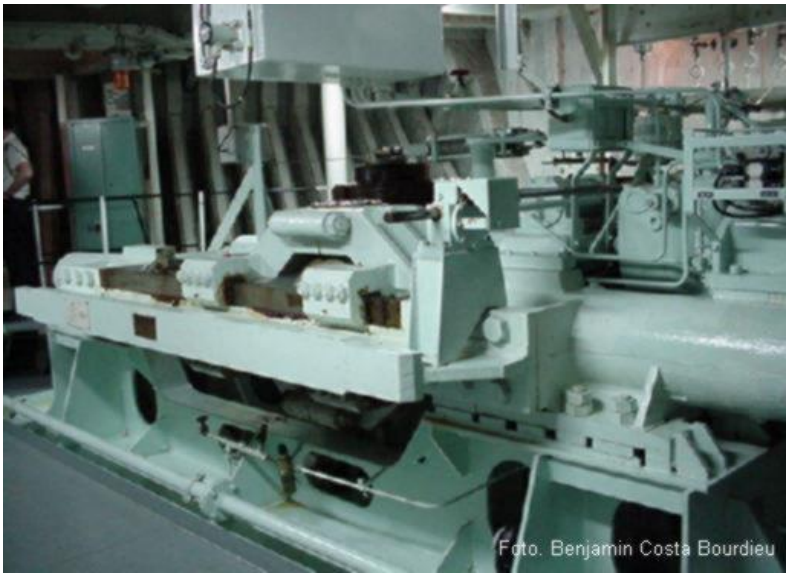


Foto N° 3: Servomotor de pala de timón.

3) Teoría del caos.

En épocas del **determinismo** Galileo Galilei (1564-1642) expresó que: "**el universo está escrito en lenguaje matemático".** Por entonces él se encontraba revolucionando la física y al mismo tiempo colocaba los cimientos de la ciencia moderna. En la época medieval el mundo era un misterio, un ámbito privilegiado para monstruos y brujas, repleto de fenómenos inexplicables, una especie de espacio prohibido al cual el hombre no tenía acceso. La naturaleza aparecía como un misterio y el querer develar ese misterio era considerado como una actitud de soberbia y arrogancia.

Pasaron casi cuatro siglos y se produjo el advenimiento de poderosas computadoras digitales y ya en épocas del **indeterminismo** descubrimos que estas máquinas podían penetrar en las cuestiones caóticas naturales y sociales de una manera impensable para un brillante matemático como Georg Ferdinand Ludwig Philipp Cantor quien, explorando el caos sin el auxilio de computadoras, realizó una tarea tediosa y repetitiva, que junto con la incomprensión de sus colegas, lo llevó a la locura.

La cuestión es que, si bien el universo y también la sociedad humana, no están organizados ni "escritos en lenguaje matemático" es posible avanzar algo sobre la problemática de los sistemas complejos, dinámicos y no lineales, yacentes tanto en la naturaleza como en la sociedad, para tratar de predecir algo sobre su comportamiento futuro. En esto cabe aclarar que un **sistema no lineal** es el que exhibe una desviación de toda correspondencia funcional de

proporcionalidad directa. Las ecuaciones que los representan matemáticamente no son lineales.

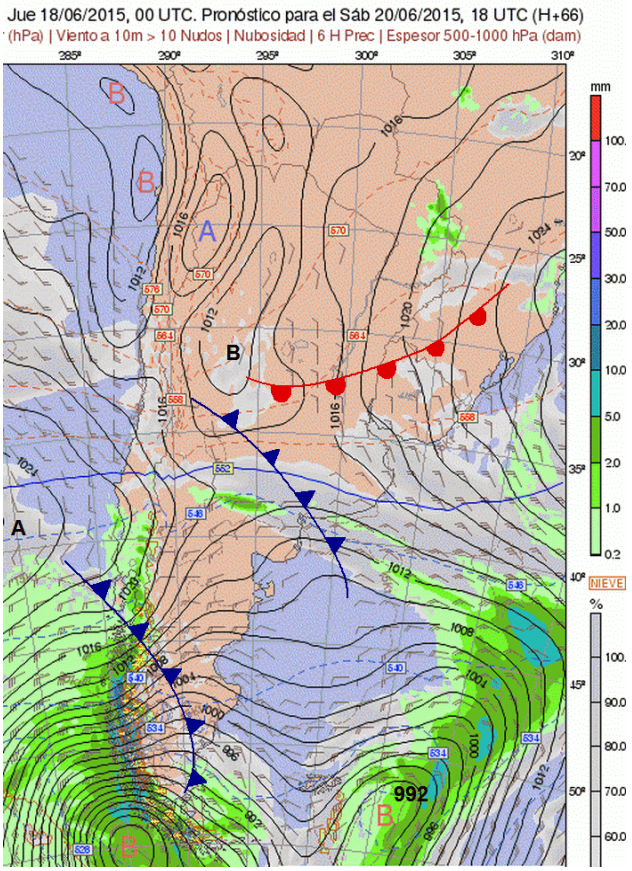
Es así como la teoría del caos se define como: “el estudio de los sistemas dinámicos no lineales y complejos” **(28).**

Cabe aclarar que se la designa como “teoría” y no como “ciencia” porque lo que hace es intentar comprender cierta clase de fenómenos que se dan en la realidad, y que surgen como consecuencia de otros anteriores, sin pretender establecer leyes determinantes al respecto.

Si bien no domino esta teoría no insisto en dar más información sobre ella para evitar que entre los lectores aparezca algún émulo del matemático Cantor.

Una aplicación general de esta teoría aparece en las predicciones meteorológicas, se conoce que han mejorado gracias al aumento de información disponible (sobre todo por parte de los satélites meteorológicos) y su tratamiento con computadoras digitales de gran poder de procesamiento, pero nadie pretenderá que se le brinde un pronóstico bastante acertado del tiempo meteorológico en un lugar geográfico determinado a un mes vista o, es más, con una semana de anticipación.

Lo anterior llevado a la meteorología marina sigue teniendo el mismo valor predictivo. En mis épocas de marino en actividad, que fueron previas a la formulación de las aplicaciones de esta teoría, del uso de satélites artificiales y del advenimiento de la computación digital, como todos los marinos argentinos usaba el “Predictor Diaz” que tan sólo me brindaba un 70% de probabilidad de acertar con el pronóstico para el día siguiente. Esto para nada lo expreso para denigrar la imagen de un brillante oficial de marina experto en oceanografía y meteorología: el Capitán de Navío Emilio Luis Diaz (1913-1989). Él se graduó en el Instituto de Tecnología de Massachusets (MIT) y realizó una gran carrera como marino y científico **(29).** Lo que ocurre es que el acelerado avance de la tecnociencia va dejando atrás grandes logros anteriores y sus gestores deben ser reconocidos y nunca olvidados. Como lo he expresado en un artículo a publicar **(30).** Ocurre que la **temporidad y la historicidad** son como son y la historicidad es para hombres como Diaz, que hacen historia con su conocimiento y acción.



Esquema N° 1: Carta del tiempo: ¿frío o calor en Buenos Aires?

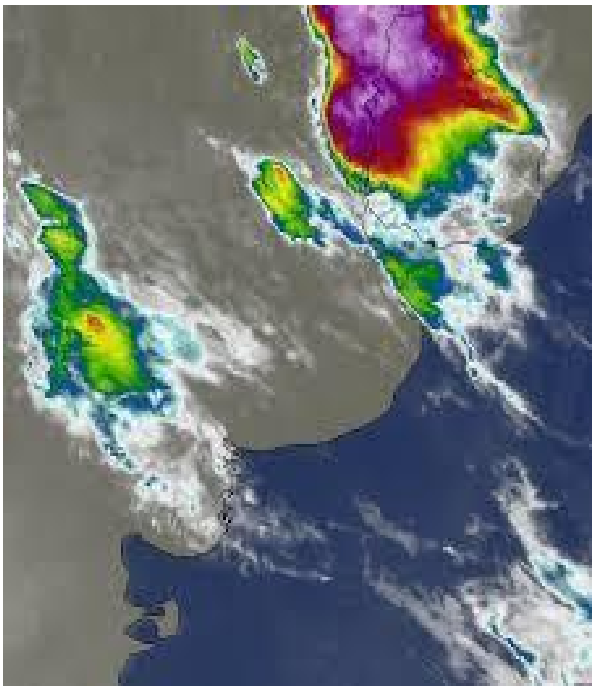


Imagen N° 1: Imagen de un satélite meteorológico sobre Buenos Aires.

Aquí creo que vale señalar una experiencia personal que viví en mi

viaje de instrucción en el Transporte de Ataque “Bahía Thetis” en el año 1956 y como “guardiamarina en comisión”. Habíamos pasado por el sur del Cabo de Hornos y, al penetrar en el Océano Pacífico, este nos recibió con un furioso temporal que nos hizo dudar de su nombre. En ésas circunstancias debí tomar una guardia de meteorología con una casilla a la intemperie sobre el techo del puente de mando. En la casilla disponía de anemómetro, para medir la velocidad del viento, barógrafo, que mostraba la caída de la presión barométrica, termómetros, etc. Mi verificación de la velocidad del viento fue inusual, las aspas del anemómetro parecían las de un helicóptero presto a levantar vuelo y la aguja indicadora se iba de escala. Noté que la casilla vibraba y que se estaba desprendiendo de su base, mientras intentaba sostenerla, grité por la bocina (tuvo para comunicación vocal directa con el puente de mando) que la casilla se iba a volar. Me ordenaron que la suelte y se fue volando hacia el mar mientras yo me agarraba de donde podía para no acompañarla en su vuelo. Bajé hacia el puente como pude (con mis fuertes 21 años) y me relevaron de una guardia imposible. Esta fue una experiencia práctica de estar sumido en un caos natural y poder seguir teniendo futuro en la vida.

Todo esto nos pone al borde de otra de las ciencias de la complejidad que hurga sobre el futuro, me refiero a la:

4)Prospectiva.

No creo en la gente que dice: “yo vivo el presente”, ¿es que mueren al instante siguiente en que ya es del futuro? Tampoco creo en los que viven apegados al pasado cuando hay aceleración de la historia **(31, pág. 73).** Dice nuestro filósofo Jorge García Venturini: ”Que el movimiento histórico es acelerado significa que cada vez tiene lugar un mayor número de cambios en una misma unidad de tiempo” y que, teniendo en cuenta las consecuencias: “(…) mientras en siglos pasados varias generaciones vivían una misma época, ahora, una generación, la nuestra, vive varias épocas distintas”. Desde mis 81 años de edad puedo atestiguar que esto ha sido así para mí y para todos mis coetáneos y que, probablemente, sumidos ya en la Era Exponencial **(32)** el devenir histórico sea más que acelerado para convertirse en exponencial. Por supuesto que todos vivimos cada instante en el “aquí y ahora” pero, ante estas circunstancias no podemos dejar de tener una prospectiva en relación con nuestras vidas y con todas las otras formas de vida.

El problema es que, con este cambio de los hechos, ocuparse del futuro no es fácil, es realmente tan complejo como necesario. Así ocurre cuando aceleramos y miramos por el parabrisas de nuestro auto; sólo miramos el espejo retrovisor de vez en cuando, esto es así porque consideramos que el peligro está adelante.

Hay diferentes actitudes del hombre frente al futuro. Una es la de adoptar la actitud **pasiva** de dejar que pase sin importarnos las

consecuencias. Otra es adoptar una posición **mezquina** al tomar medidas familiares e individuales para evitar riesgos sin pensar en el entorno social como verdaderos ciudadanos del país y del mundo. Finalmente otra es la actitud **proactiva**, que implica actuar coherentemente, con conocimiento y eficacia, en todas las esferas de la responsabilidad que debemos adoptar como propias. Para hacer esto último debemos conocer de **prospectiva.**

Uno de los grandes problemas argentinos es que muchos ciudadanos, entre ellos muchas autoridades, tienen una visión amplia sobre el pasado, corta del presente y no tienen en cuenta una mirada hacia el futuro. El tiempo histórico se nos viene encima y será inexorable en cuanto a las futuras consecuencias sobre nosotros y nuestra descendencia. Al futuro debemos construirlo desde cada presente y para nuestros descendientes; a ellos no se los debemos acotar de la misma manera que lo venimos haciendo.

Vuelvo a repetir, ante quienes dicen “sólo vivo el presente” me da la impresión que morirán al instante siguiente pues este ya es parte del futuro. No podemos atrapar el presente metiendo la mano en nuestra clepsidra y juntando la arena de su ampolla superior en nuestro puño que, al decir de San Agustín se deslizará entre nuestros dedos, y no caerá en su representación del futuro que es la ampolla inferior. Lo mismo pasaría con una clepsidra con agua del río de Heráclito, el agua se deslizaría entre nuestros dedos borrándonos del flujo de la historia. Como sociedad, y eventualmente como individuos, deberíamos tener la capacidad de marcar la historia con **historicidad** y anulando la posibilidad de vivir la **temporidad** como marca personal que nos deja el tiempo **(30).**

Heráclito dijo que el hombre no puede sumergirse dos veces en el mismo río, y agrego, que ya no será el mismo hombre el que se sumerja la segunda vez pues el también habrá cambiado. Esto es así porque “somos siendo” y no nos podemos quedar “yectos en un presente del tiempo” (a la manera que Martín Heidegger lo pensó **(33)** sino que tenemos que tener **proyectos,** que nos saquen del estado de estar yectos en el tiempo, para sumirnos en nuestro futuro y, si es posible gracias al talento, hacerlo en la historia. Si no es así una catarata del río heraclídeo nos ahogará en un presente eterno, es decir, en la nada.

La definición de prospectiva la tomo del diccionario del mismo creador e impulsor del Grupo de Estudios de Sistemas Integrados, al cual pertenezco desde hace más de 9 años, el Profesor Charles François: es el “estudio de las futuras transformaciones posibles del sistema en función de su naturaleza intrínseca y de sus interrelaciones con su entorno” **(34)**

Los contenidos de esta ciencia-arte son probabilísticos pero, dentro de los pensados, los más probables posibles. Esto es así porque son establecidos de la manera más racional posible y porque, pienso, los sistemas son las entidades que mayor persistencia temporal pueden tener en comparación con los elementos e interrelaciones que los

componen.

Nuestro mentor en el GESI escribió **(35, pág. 139):** “hemos tomado finalmente conciencia de la complejidad del mundo y también de la verdadera relación que nos une a él. Los determinismos simples nos parecen ya como hilos de una trama, hilos que no se pueden separar del tejido del conocimiento sin destruirlo”. Y seguidamente dice: “Marchamos, quizás, hacia un nuevo tipo de racionalismo, capaz de captar conjuntos complejos de elementos y de construir el sistema total de sus interacciones, aun cuando en la práctica tengamos que contentarnos durante largo tiempo con captar sólo fragmentos coherentes”. Luego expresa que ése método pretendemos que sea “(…) la base de transformación de nuestras sociedades” **(35, pág. 140)**. Esa transformación es nada menos que la cuarta revolución cultural de la humanidad **(36)** al estar puesta ante **la gran bifurcación (37)**

Las aplicaciones sociales de la prospectiva deben ser instrumentadas para llegar adelante la política, la legislación, las estrategias, etc. Y, en lo laboral como en lo familiar e individual debemos cultivar nuestra prospectiva para encaminar nuestra vida y la de nuestros seres queridos.

Allá por el año 1986 hice, por invitación del contraalmirante Fernando Milia (años después, Primer Presidente de la Academia del Mar), un cuestionario prospectivo de 47 preguntas, formuladas con miras al año 2002, a unos treinta jefes de estado mayor de las armadas del mundo. Se los consultaba respecto a cómo serían sus armadas de la próxima generación en cuanto a los tres componentes del poder naval (comando naval, de infantería de marina y aviación naval). Esto con motivo de festejarse ése año el centenario de la creación de nuestro Centro Naval **(38)**. Sólo contestaron diez, esto lo atribuimos entonces a cuestiones de política internacional, geopolítica, estrategia o falta de previsión de los consultados. Todos sabían que más de 15 años después ya no tendrían ése puesto y supusimos que no tenían razones para jugarse, en el entorno naval internacional, con sus respuestas. Analizamos las respuestas concretas obtenidas a cada pregunta y las publicamos pensando que en muchos casos se habrían equivocado. Actualmente puedo decir, luego de haber realizado un análisis pormenorizado **(39)**, que en muchos casos sus previsiones no se cumplieron, por ejemplo, con las funciones de las mujeres en la Armada.

Pasando a otro caso de aplicación de esta disciplina digo que, años después en el Centro de Estudios Estratégicos de la Armada, presenté la cuestión de que nos ocupábamos de muchas cuestiones del presente y del pasado sin tener en cuenta el futuro a través de la prospectiva. Junto a otros especialistas hicimos una presentación teórica y me contestaron que sería más eficaz explicar con un ejemplo que contuviera su aplicación a un objeto real. Formé entonces un grupo interdisciplinario, agregando a otros especialistas, e hicimos una prospectiva de la Cuenca del Plata **(40)** que presentamos sin

respuesta y que, dado del vacío existencial que eso nos produjo, la publicamos en Internet a través de la Fundación para el Desarrollo Argentino Regional (FUNDAR). La llamamos “Cuenca del Plata. Un cauce para el futuro”. Por ahora la cuenca sigue tan descuidada (en cuanto a la navegación, la contaminación, las inundaciones, etc.) como entonces y es vital para el desarrollo del país. Desde el punto de vista sistémico puede ser considerada como el elemento más importante del entorno de nuestro Sistema Mar del Atlántico Sur.

Esquema N° 2: La Cuenca del Plata.

5) Geometría fractal.

Como bien lo expresa el creador de esta geometría de la naturaleza, Benoît Mandelbrot, todos los objetos naturales de interés de este ensayo son **sistemas** dado que están formados por muchas partes distintas articuladas entre sí y “(…) la dimensión fractal describe un aspecto de esta regla de articulación. La misma definición es igualmente aplicable a los “artefactos” frutos de la organización social y de la tecnología. Dice también que una diferencia entre los sistemas naturales y los artificiales es que “(…) para conocer los primeros hay que utilizar la observación o la experiencia, en tanto que, para los segundos, se puede interrogar al artífice” **(41, pág. 23).**

Queda, dada la importancia de los fractales, formular su definición. Del latin “fractus” significa “interrumpido o irregular” y resulta que los objetos de la naturaleza tienen ésa característica. Es por ello que la geometría fractal se aplica a los objetos de la naturaleza tal cual son.

Lo anterior me remite a los egipcios antiguos pues ellos, cuando hablaban de lo circular, se referían a un objeto natural con forma aproximadamente circular, como la de un tronco de árbol cortado, y una pirámide era algo como la que ellos muy trabajosamente construyeron y aun ahora seguimos visitando, y así siguiendo **(42)**. En

realidad el espectro de conocimientos de los egipcios fue muy extenso casi siempre estuvo basado en lo empírico. Su ciencia se basaba en la técnica, se trataba de un conocimiento en acción y se dedicaba especialmente a la estática, el equilibrio y el dominio de los materiales de construcción para su ingeniería, arquitectura y urbanismo orientado hacia una técnica habitacional.

Luego vino Euclides (325 A.C. a 265 A.C.) y engrosó el Mundo de las Ideas platónico con rectas, ángulos, triángulos, pirámides, conos, etc. que son objetos ideales de lo que luego se llamó **geometría euclidiana**. Esta geometría ha brindado un servicio doblemente milenario para atender infinidad de problemas reales en los que siempre demostró su eficacia para las soluciones.

Luego de un larguísimo período de más de 2.000 años aparecieron las **geometrías no- euclidianas** de Riemann y Lobachevsky a través de la negación del quinto postulado de Euclides de la geometría plana ("por un punto exterior a una recta pasa una sola paralela a dicha recta"). La geometría rienmanniana fue empleada por Alberto Einstein para la formulación de su Teoría de la Relatividad General aplicada al universo con la salvedad de que en la Tierra y sus alrededores la geometría euclidiana es muy aproximadamente válida. En estas geometrías la suma de los ángulos interiores de un triángulo puede ser superior o inferior a 180°. Esto fue revolucionario pero continuó dejando a los objetos geométricos euclidianos en el Mundo de las Ideas platónico.

La siguiente revolución la produjo Mandelbrot en 1975, cuando resolvió hacer un aporte a una **geometría de la naturaleza real** (ya no virtual) con la primera edición de su libro "Los objetos fractales". Luego, en 1982, dicho autor produjo el libro: "The fractal Geometry of Nature" ("La Geometría fractal de la Naturaleza") donde amplió sus investigaciones. Todo esto le valió la denominación de "padre de la revolución fractal" que aceptó con sorpresa, pero con gusto.

Él definió al **objeto fractal** como: "objeto natural que resulta razonablemente útil representarlo matemáticamente por un conjunto fractal" **(42, pág. 169)**.

No es mi voluntad, ni pienso que sea la de los lectores de este ensayo, sumirme en los vericuetos matemáticos de esta teoría, tan sólo pondré a vuestra disposición el ejemplo que, el autor de esta teoría geométrica, dio en relación con las costas marinas de Bretaña, pero adaptado a las costas argentinas.

El Capítulo dos del primero de los libros de este creador geométrico se denomina: "¿Cuánto mide la costa de Bretaña?"; a nuestro efectos podemos preguntarnos: "¿Cuánto mide la costa Argentina?". Esto pone en juego una clase de fractales y tratamos de medir su longitud efectiva. Es evidente que esa distancia será mayor o igual que la distancia entre los extremos de cada pedazo de curva que midamos. Si la costa fuera recta como lo muestran nuestras "líneas de base recta y normales" (ley N° 23.968, Artículo 1° y Anexo 1) en un primer paso tendríamos la solución del problema. Pero la realidad no es tan simple.

Si vamos al detalle, la longitud será tan grande que, a los fines prácticos, se la puede considerar infinita. Con esto entramos en el concepto de **dimensión fractal;** este concepto, en su sentido genérico se define así: "número que sirve para cuantificar el grado de irregularidad y fragmentación de un conjunto geométrico o de un objeto natural" **(42, pág. 168).**

Tomando el método más sencillo de medición para esta geometría lo que se hace es pasear sobre la costa un compás de apertura dada y se da cada paso donde termina el anterior. Multiplicando el valor de longitud de la apertura por el número de pasos se tiene una longitud aproximada de la costa. Si se reduce cada vez más la apertura del compás dicha longitud aumenta. Indudablemente que debieran considerarse las mareas, que son diferentes en cada tramo de la costa, y el problema adquiere una dimensión inmanejable.

Es por todo lo anterior que las leyes de la naturaleza involucradas en el tema fueron reemplazada por una ley de los legisladores argentinos. Esta lo simplifica todo a través de la representación de la costa a través de que replican en las distintas zonas de lo espacios marítimos hasta el límite de la Zona Económica Exclusiva. A partir de allí, cabe considerar actualmente el trecho hasta "el límite con el mundo" que materializa el límite exterior de nuestra plataforma continental.

Para esto último se recurre a algo parecido pero mucho más complejo para poder cumplir, en tiempo y forma, con lo establecido en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR) y las Directrices Científicas y Técnicas de la Comisión de Límites de la Plataforma Continental (CLPC) a través de un trabajo coherentemente conducido por casi veinte años. Todo esto tiene su historia y su proyección futura pero ello queda fuera del alcance de este ensayo, en general y de esta geometría, en particular.

Lo práctico es lo establecido por nuestra legislación y por la ley del mar (CONVEMAR), por supuesto que nadie en el mundo empleará la geometría fractal con estos fines. Esto sirve para ilustrarnos sobre la complejidad, la dinámica y la no linealidad de este encuentro entre el mar y el territorio que es encarado por esta geometría de la naturaleza. Como diría Platon: la geometría fractal es una mala copia de la idealizada geometría euclidiana, y así es nuestra realidad legal.

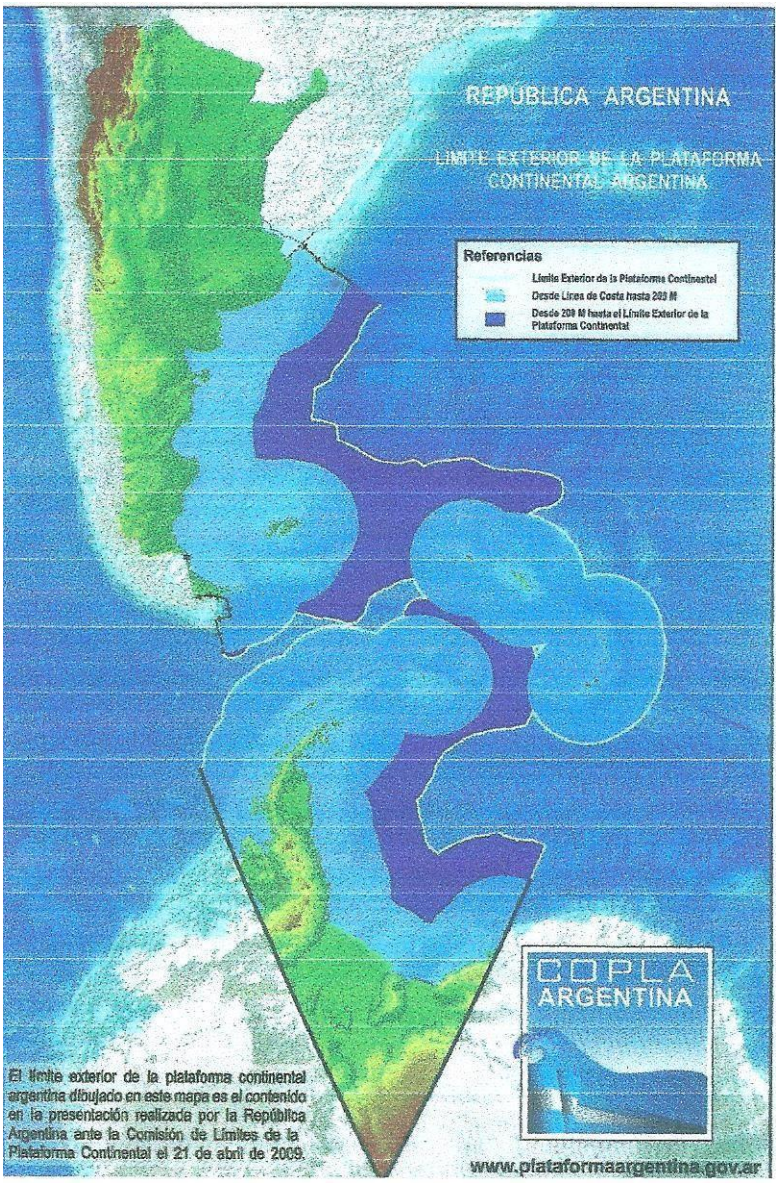


Figura N° 2: Plataforma Continental Argentina (Cancillería 4-2016).

6)Teoría de las catástrofes.

La Teoría de las Catástrofes llegará, cuando esté bien desarrollada, a abarcar todos los fenómenos científicos, sociales, sentimentales, intelectuales, etc. Así ocurrirá también con las otras ciencias de la complejidad y no hay nada en nuestro horizonte cultural o científico que no pueda ser reelaborado de acuerdo con las Ciencias de la Complejidad, en general, y la Teoría de las Catástrofes, en particular.

La realidad es que el mundo es complejo y dinámico y que, si adoptamos esta concepción, no nos queda otra alternativa que aprender estas ciencias para tratar de

comprender el mundo en que vivimos. Queda claro que el camino educativo es tan difícil como necesario.

La **teoría de las catástrofes** es una rama de estudio de las bifurcaciones de sistemas complejos, dinámicos y alineales. Éstos, matemáticamente hablando, no pueden ser resueltos mediante ecuaciones diferenciales. Fue creada en la década de los 50´s del siglo pasado por el matemático francés René Thom, especialista en topología diferencial, pero su naturaleza interdisciplinaria proyecta su influencia en gran parte del campo de la ciencia. Se la difundió a partir de 1968 y alcanzó gran auge en la década del 70 del mismo siglo.

Contradiciendo la idea que vulgarmente tenemos de "catástrofe" la Teoría de Catástrofes no es la teoría de los **desastres**, sino **la teoría** de **los cambios bruscos**, **la teoría de las bifurcaciones**, es pues, otra cosa **(43)**.

"La catástrofe, pues, no tiene un sentido negativo, ni tiene nada que ver la teoría de catástrofes con el pesimismo. Es más bien el intento de estudiar la morfogénesis (en biología) o, si pensamos de una manera geométrica, las bifurcaciones (una trayectoria puede seguir un camino o puede seguir otro)" **(43)**.

Se habla de que una catástrofe involucra topológicamente un "cambio de plano" pero en el sentido de "plano" como lo que no es habitual en muchos sentidos. La catástrofe "atormenta" la situación normal cuando se cambia de un plano a otro cambiando de nivel. Esto nos señala que vivimos en un mundo topológico, un mundo que no es "plano" cuyas superficies (normalidades) están atormentadas. Esto no es una metáfora sino una manera de entender el mundo.

Dice el filósofo español Luis Martín Santos **(44):** "Un pensamiento verdaderamente creador es siempre **un** "**pensamiento catastrófico"**, es el pensamiento que produce una bifurcación, un hundimiento, una morfogénesis, un cambio de plano (...)" (las negritas son del autor).

El mismo autor expresa que: "**El concepto de frontera** ocupa un lugar estratégico en la temática de las catástrofes: buena parte de la misma se ha dedicado a demostrar cuándo se forma una frontera en una región previamente indiferenciada" (igualmente las negritas son del autor). Debemos meditar respecto a dicho concepto de frontera y sobre la gran cantidad de guerras que la historia de la humanidad a registrado en relación con el instinto natural que tenemos los humanos por marcar límites y pelearnos con los que los invaden. Esto lo compartimos con los chimpancés, que tienen un ADN que coincide con más del 99% con el nuestro. Dada esta situación la "Paz perpetua" de Inmanuel Kant **(45)** pasa a formar parte del Mundo de las Ideas" platónico y ello nos indica que la guerra seguirá siendo parte de nuestra realidad. Todo esto seguirá así salvo que, poniendo un toque de humor, pero real, en este ensayo, algún experimento genético nos lleve a compararnos con los monos bonobos que, dominados por las hembras, no se pelean por los límites **(46) y (24)**.

Si vamos a un ejemplo marino concreto el cambio brusco de los planos que representan las capas tectónicas en el fondo del mar puede originar un maremoto (tsunami) y ello producir catástrofes en el mar y en las costas afectadas por las grandes olas producidas por el desnivel. Por estar nuestras costas en el Océano Atlántico no podemos decir que no padeceremos maremotos. En el año 1775 la zona norte del Océano Atlántico fue azotada por el maremoto de unos 7 metros asociado al terremoto de Lisboa que mató a unas 60.000 personas en Portugal, España y África del Norte. También el mar Caribe se ha visto afectado por 37 maremotos registrados desde 1498. Algunos se han generado a nivel local y otros fueron el resultado de acontecimientos lejanos como el terremoto de 1775 próximo a Portugal. La suma de todos los muertos de estos tsunamis llega a un total de 9.500 víctimas en las costas del Caribe. Finalmente, no debe ser descartada la posibilidad de que grandes meteoritos hagan impacto en la superficie atlántica y originen maremotos de diversa intensidad. Esto seguramente ocurrió en épocas pasadas y es posible que ocurra en el futuro.

En los últimos tiempos nuestro Académico del Mar Ingeniero Abel González, experto en seguridad nuclear, estuvo afectado a las investigaciones posteriores relativas al maremoto producido en Japón el día 11 de marzo del año 2011. Ese desastre natural inundó a una amplia región costera de ése país y a la Central Nuclear de Fukushima **(47)**. Esto produjo, a su vez, muchas derivaciones catastróficas, en el sentido tradicional y en el sentido que le da la Teoría de las Catástrofes de René Thom.

Las derivaciones tradicionales se produjeron en la región de Tóhoku por efecto de una ola superior a los 10 metros de altura, que superó las defensas previamente construidas, produjo 15.845 muertos, 3.380 desaparecidos, 5.893 heridos y 45.700 construcciones destruidas. Todo esto porque la placa del Pacífico se desplazó por debajo de la placa Norteamericana y la diferencia de los planos (de unos 40,5 metros) dio origen al maremoto más potente sufrido por el Japón. Su posición geográfica se ubica a 130 kilómetros hacia el este de Sondai y a 373 kilómetros de Tokio. En el sitio de Wikipedia (Internet) los lectores podrán encontrar mucha más información al respecto.

Pero, en cuanto a las derivaciones de la Teoría de las Catástrofes, quiero hacer hincapié en manifestaciones hechas por el Académico González en la Academia del Mar y en la Sociedad Científica Argentina. Por supuesto que su intervención en Japón tuvo que ver con los temas de seguridad nuclear derivados de que las aguas del mar llegaron hasta la Central Nuclear de Fukushima y se contaminó un área habitada en sus proximidades y las aguas contaminadas regresaron al mar produciendo efectos aún no evaluados en la fauna y la flora marinas. En todo esto destaco los contactos del Académico mencionado con los pobladores del área afectada. Todos sabemos de las consecuencias de la radioactividad producida en Hiroshima y Nagasaki luego de las explosiones de las bombas atómicas en 1945. La sociedad japonesa quedó sensibilizada y en la Sesión Plenaria N° 148 de la Academia del Mar **(48)** el Académico González expresó,

refiriéndose a los efectos sobre la población que el autor le había escuchado en su exposición en la Sociedad Científica Argentina, lo siguiente:

"Eso está muy avanzado, el material que cayó en tierra fue poco comparado con el de Chernobyl pero el viento siempre sopló para el este, para el Océano Pacífico. Hubo contramedidas, salvo en un pequeño pueblo donde hubo depósito. El miedo de la población es muy grande desde el punto de vista psicológico. Hubo suicidios. Esto tiene que ver con la cultura japonesa, con el **problema del estigma**. En Japón hay seis expresiones distintas para definir esa palabra. El daño es muy serio, y hay un daño económico enorme porque, como pueden imaginarse, nadie quiere comprar nada de Fukushima, que es el área de producción de la famosa carne japonesa tan cara. El daño económico es realmente importante, pero, en el nivel de la radiación, lo más grave es que, por incorporación de yodo, no lo va a haber en forma peligrosa porque se tomaron medidas rápidas y efectivas".

Evidentemente que la palabra estigma es muy importante para la sociedad japonesa. Nuestro Diccionario de la Real Academia la define de siete maneras diferentes, pero la más congruente con lo que nos interesa es la siguiente: "Lesión orgánica o trastorno funcional que indica enfermedad constitucional y hereditaria". Las mujeres embarazadas, del área afectada y de las proximidades, sintieron que sus hijos futuros tendrían malformaciones como las producidas en Hiroshima y Nagasaki 66 años antes. Le costó muchísimo a nuestro Académico explicarles que los niveles de radiación fueron muy diferentes y que nada debían temer dado que los encontrados en la zona eran comunes en otras regiones habitadas de nuestro planeta. Es así como la catástrofe es, en este caso, psíquica y no considerada por la acepción vulgar de la palabra catástrofe, en cambio, si es aceptable como tal en la Teoría de las Catástrofes. Esto lo hace posible un estigma que ha quedado marcado en la psiquis del pueblo japonés.

Vaya todo esto como una explicación práctica del ámbito general que abarca la Teoría de las Catástrofes.

Foto N° 4: Central nuclear de Fukushima Conclusiones finales.

- Con todo lo hecho concretamente por el Grupo Mar, pusimos en marcha **la sistémica en acción** y en relación con el mar en cuanto sistema.
- **La cibernética** aplicada a dicho sistema busca prevenir o corregir errores que en él se cometan durante la gestión y exige medidas de control del mar que hay que gestionar en manos de la Armada, la Prefectura Naval Argentina, la CONAE y otras instituciones; algunas sabemos que ya están en marcha.
- **El caos** en el mar siempre estará presente, cuando ocurra, como en el caso del hundimiento del pesquero chino o el incendio del Rompehielos “Almirante Irizar”, hay que estar preparados para la emergencia y sus consecuencias.
- **La prospectiva** es absolutamente necesaria para todas las instituciones y empresas que tienen que ver con el mar y el futuro de nuestro país esta muy ligado al de nuestro mar como lo está toda la humanidad.
- Pienso que nunca podremos medir la longitud de nuestras costas según la **geometría fractal** pero sucede que ésa geometría tiene otras aplicaciones que podrían ser útiles a las cuestiones marinas.
- Respecto a la **Teoría de las Catástrofes**, esperamos no padecer ningún maremoto pero tenemos claro que hemos sufrido catástrofes en el sentido que le da dicha teoría con instituciones y empresas ligadas al mar y que será muy difícil paliar sus

consecuencias en el futuro.

De todas estas aplicaciones al mar de las ciencias de la complejidad estimo que las dos primeras son las más importantes.

En cuanto al **marco teórico** cabe concluir que:

- Las ciencias deterministas nos muestran a través de sus leyes una parte, más o menos controlable, de la realidad y las **ciencias de la complejidad,** constituyen otra parte, también más o menos controlable, de nuestra realidad.
- Las ciencias de la complejidad son complejas dinámicas y muy difícilmente representables con la herramienta matemática. Ellas nos muestran a la naturaleza tal cual es y en esto incluyo a la naturaleza humana.
- Alberto Einstein, un hombre de una capacidad intelectual increíble, pronunció una frase que ha quedado para siempre en nuestra memoria colectiva: “Dios no juega a los dados”. Con ella introdujo a la ciencia en el campo de la teología y se jugó totalmente por el determinismo. Pero ocurre que las ciencias de la complejidad parecen afirmar que es un jugador empedernido y que siempre nos gana la partida. Pero también ocurre que las ciencias de la complejidad se aplican a la naturaleza y a la sociedad humana ambas creadas por Dios, o como se lo llame, en las denominadas “religiones del libro” y en las que no se guían por un libro. Esta polémica conclusión fundamental puede conceder, o no, a Dios la posibilidad de crear un mundo indeterminado haciendo recaer en los hombres la responsabilidad del conocimiento de la determinación divina. Mi desconocimiento en materia de “teología” me lleva a apartarme de estas dudas respecto al pensamiento de un gran hombre que nos planteó las cuestiones del universo sin privarse de su propia religión.
- Es un hecho que la “flecha del tiempo” **(49)** ha dado en el núcleo de “las fronteras comunes a la ciencia, la religión y la filosofía”, como lo expresa el subtítulo de ése libro del filósofo argentino Víctor Massuh. El adaptarnos a la indeterminación reinante en la naturaleza, la sociedad y en el “reino de los artificiata” requiere de un profundo cambio mental en los que creen que todo está determinado en este mundo y que los idealismos de cualquier tipo pueden acceder a la realidad para hacerla perfecta. Este es el gran tema del materialismo en la polémica medieval de los universales, que aún sigue vigente en todos los “ismos” de respuesta masiva. Platón creía que la realidad era una mala copia del Mundo de las Ideas y creo que efectivamente es así.
- El cambio mental requerido por estas ciencias para la asimilación de la realidad humana debe ser global, puede ser que se oponga al caótico mundo de los instintos humanos y es

una “macrometanoia” **(50)** muy difícil de llevar a cabo en la realidad como todos los “universales” que en el mundo son y han sido. Los nominalistas, que se oponían a los materialistas como lo fueron los dirigidos por Duns Scoto, fueron encabezados por Guillermo de Occan y creían que la enunciación de los universales como componentes de la realidad era “flatus vocis”, o sea, tan sólo algo expresado verbalmente a través del aire pero sin cabida en la realidad del mundo.

La autora del libro antes mencionado también lo subtitula: “El cambio de paradigma científico en las ciencias políticas, jurídicas y económicas”, pero adhiero más al subtítulo de Massuh porque es más amplio. Pero es claro que ambos pensadores dan a las cuestiones tratadas en este ensayo una trascendencia muy importante.

- Descreyendo de la posibilidad de que la indeterminación se infiltre en todos los cerebros de los humanos vivientes actualmente, creo que un acercamiento razonable a la idea de su planteo universal y como mala copia de la Idea, esta en la adopción de las ciencias de la complejidad en los sistemas educativos a nivel universitario. Actualmente dichos sistemas están anclados en el determinismo pese a todas las evidencias que he tratado de mostrar en este ensayo. Hay un rechazo social a toda indeterminación y ello justifica la existencia de múltiples discursos que tienden a predecirnos los avatares de nuestra vida futura y los que podrían afectarnos luego de la muerte.

- La aproximación a lo que nos muestran estas ciencias con la realidad de la vida, me induce a pensar que marcan el camino de la supervivencia de la humanidad. No por nada muchas de ellas se han originado en biólogos y pensadores del futuro. En ellas se enseña que la clave de dicha supervivencia está en la aceptación de la realidad natural tal cual es;

- Hemos puesto, durante demasiado tiempo, nuestro pensamiento en lo estático. Esto ha sido así tanto en la consideración de la naturaleza como en la de la sociedad y sus productos tecnocientíficos, pero ocurre que todo se mueve con un dinamismo que no es determinable sólo por las leyes de la naturaleza y del hombre. El tiempo, que da lugar a los hechos humanos y a los fenómenos naturales, según una concepción lineal de él, se mueve con un movimiento continuo y creo que es lo único realmente democrático en el sentido que pasa igualmente para todos;

- Mucho de lo afirmado hasta ahora, por el desarrollo que las ciencias de la complejidad han tenido en las últimas décadas, lo tenemos justamente en nuestro propio cuerpo considerado como **sistema**: en él hay susbsistemas (respiratorio, digestivo, nervioso, circulatorio, endocrinológico, etc.) y “nuestro ingeniero en sistemas”, que es el clínico, nos indica, por ejemplo que,

cuando sube nuestra temperatura corporal, algo está fallando con nuestra **cibernética**. Por otra parte nuestra falta de **prospectiva** puede hundirnos en un presente que pretende frenar el flujo del caudaloso río heraclídeo que, metafórica y filosóficamente hablando, se desplaza entre el pasado y el futuro. Puede ocurrir, entonces que podríamos "ahogarnos" en ése "río". El **caos**, en medio del cual vivimos, puede producirnos efectos psíquicos desagradables pero ocurre que es parte de la realidad, una realidad que nos puede llevar a una muerte anunciada de la especie. También sabemos de las **catástrofes** que, según la Teoría de las Catástrofes, nos afectan la vida desde la naturaleza, la sociedad, nuestro propio cuerpo y psiquis y desde el "reino de los artificiata" o mundo tecnocientífico. Finalmente lo **fractal** nos tira por la borda la geometría euclidiana que aprendimos con esfuerzo en nuestra adolescencia con el teorema de Pitágoras a la cabeza;

- He imaginado que los marinos, al igual que los árabes del desierto y los gauchos de las pampas argentinas del pasado, son **"navegantes de inmensidades" (51).** Todos ellos buscan horizontes que nunca alcanzan mientras comulgan con las utopías porque ocupan y transitan por un "no lugar" en que un espacio no se diferencia de otro. Por otra parte sus experiencias son ucrónicas (sin tiempo) porque sirven para albergar la magia de todos los tiempos de volver a estar incluidos en la naturaleza. En ellos naturaleza y cultura dejan de ser una dicotomía porque su cultura se funde en la naturaleza haciendo que sean las leyes de la naturaleza las que definan su destino. Es como si nos invadiera un pensamiento básico digital de encontramos frente al todo (1), del horizonte y las estrellas, y nos pensamos como nada (0) y es por ello que tratamos de alcanzarlo para fundirnos con la infinitud universal en una actitud casi religiosa de supremacía de lo humano.

  En sus ámbitos suceden situaciones en que el hombre individual se encuentra con la naturaleza en todo su esplendor. Es entonces que el todo y el uno mismo se funden de manera que se manifiesta un retorno al ancestral tiempo en que nos considerábamos parte de la naturaleza. La sensación de vivir esas circunstancias marca un antes y después en la vida. Así me ocurrió en el temporal vivido en el Transporte de Ataque "Bahía Thetis" en 1956 que he descrito anteriormente. Durante ésas experiencias las ciencias de la complejidad no se las piensa, se las vive.

- El mar ha sido el primer recurso inter y transcultural que tuvo y tiene la humanidad mediante la navegación y luego, con los milenios, vinieron el aire, con la navegación aérea, y el espacio ultraterrestre, con la navegación espacial. Esto agrega mucho valor al que tiene de por sí actualmente y "el punto azul pálido" reclama, desde muy lejos y desde hace mucho tiempo, que la humanidad se vista con un ropaje que ostente ése color;

- La motivación principal que me ha llevado a escribir este artículo, y los anteriores sobre las academias del mundo, nuestras academias argentinas y los mundos en que vivimos, es que las ciencias de la complejidad nos muestran las realidades concretas en que vivimos y que es necesario su conocimiento en los niveles académico y universitario para mostrar lo que las ciencias tradicionales no han sido capaces de mostrar hasta ahora. Es por ello que he propuesto que exista una Academia Nacional de las Ciencias de la Complejidad, tanto como otra de las Ciencias de la Tierra, complementando a las otras cinco que he estimado como necesarias a partir del Siglo XXI **(52)** y **(53)**; ya se advierte esto a nivel mundial.

Todas estas conclusiones, y seguramente podrían obtenerse muchas más, creo que nos ponen ante una nueva imagen del mundo que no es la que nos enseñaron. Nos muestra la necesaria confluencia de nuestro pensamiento con la realidad, ésa virtud perdida con el devenir de los milenios en el mente del hombre.

Admitir la vigencia de estas ciencias es difícil. Pero si las aprendemos y estamos dispuestos a aplicarlas a una realidad que hemos pretendido dominar junto con la ciencia determinista que nos enseñaron. Creo que la tarea será tan dificultosa como necesaria para ubicarnos en los nuevos mundos del futuro.

BUENOS AIRES, 30 de julio de 2016.

Fdo.

Ing. Néstor Antonio
Domínguez Grupo Asesor
y Mar.

GESI

Bibliografía.

(1) PLISSON, Philip, **Sailors´wisdom, Day by Day**, Abrams, Copy right Editiopns de La Martinière, Martinère Groupe (Paris), New York 2007, 372 págs;

(2) ACADEMIA DEL MAR, Acta de la Sesión Plenaria Ordinaria N° 78 celebrada el 26 de noviembre del año 2004;

(3) DOMÍNGUEZ; Néstor Antonio, Academia del Mar, Cuaderno Talásico N° 29 titulado: "Algunas reflexiones filosóficas en relación con el mar", del 28 de octubre del año 2008, Buenos Aires;

(4) ACADEMIA DEL MAR, Acta de la Sesión Plenaria Ordinaria N° 116 celebrada el 31 de marzo del año 2009;

(5) ACADEMIA DEL MAR, Cuaderno Talásico N° 35 sobre el tema: "Pautas para una Política Oceánica Nacional para la República Argentina", presentado en septiembre del 2012 presentado por los académicos: Lic. Javier Valladares, Ing. Alejandro Luppi, Dr. Enrique Aramburu, Dra. Frida Armas Pfirter, Embajador Luis Baqueriza y Ministro Alberto Dojas con la colaboración de los académicos: Capitán de Navío Néstor Antonio Domínguez, Vicaalmirante Carlos Alfonso, Dr. Gilberto Rossi y Capitán de Navío Carlos Louge;

(6) ACADEMIA DEL MAR, Acta de la Sesión Plenaria Especial N° 152celebrada el 16 de abril del año 2013;

(7) INTERNATIONAL SOCIETY FOR THE SYSTEMS SCIENCES (ISSS), "57va. Conferencia Anual" celebrada en Hai Phong, Vietnam, en Julio de 2013;

(8)) Grupo de especialistas en diversos temas del mar, **Amazonia Azul. El mar que nos pertenece,** Editora Record, Río de Janeiro – San Pablo, 2006, 305 págs.;

(9) DOMÍNGUEZ, Néstor Antonio, Cuaderno Talásico N36, titulado: "Amazonia Azul y Patagonia Azul", expuesto ante el Claustro Académico de la Academia del Mar en Buenos Aires el 25 de junio de 2013;

(10) GRUPO DE ESTUDIOS DE SISTEMAS INTEGRADOS (GESI), **Estatuto Social**

del 11 de julio de 2013, aprobado por la Inspección General de Justicia;

(11) INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES (ITBA), Escuela de Posgrados y Grupo de Estudios de Sistemas Integrados (GESI), encuesta: "Argentina de espaldas al mar", Buenos Aires, Noviembre de 2015;

(12) ECHAGUE, Ricardo y DOMÍNGUEZ, Néstor Antonio, **¡Todos al agua!**, Instituto Nacional Browniano, Internet, Buenos Aires, 2016;

(13) DOMÍNGUEZ, Néstor Antonio y ECHAGUE, Ricardo, **Conociendo el mar,**

Instituto Nacional Browniano, Internet, Buenos Aires, 2016;

(14) ARMADA ARGENTINA, **Manual del mar**, Servicio de Hidrografía Naval, Buenos Aires;

(15) BARRERA, Ricardo, SARKA, Eva, VALLADARES, Joaquin, ZABALA, Fernando y DOMÍNGUEZ, Néstor Antonio, presentación titulada: "Una aproximación sistémica hacia la gestión del mar", V Jornadas Patagónicas de Investigación en Ciencias Económicas, Comodoro Rivadavia, Provincia de Chubut, 4 y 5 de septiembre de 2014;

(16) PONEMAREV, Alexander y Staff, **Antartic Bienale**, **Antartic Pavilion, Antartopia,** Venice, Fundaco Marcello, Grand Canal, Oceanic Fund Projects de Paris,

AVC Charity Foundation, Impreso por Papergraf S.R.L., Padova, Italy, 2014

(17) VON BERTALANFFY, Ludwig, **Teoría General de los Sistemas**, Fondo de Cultura Económica, México, 1986.

(18) WIENER, Norbert, **Cibernética o el control y comunicación en animales y máquinas**, publicado en 1948, Wikipedia,

(19) PRIGOGINE, Ilya, **From Being to Becoming**, **Time and Complexity in the physical sciences,** por W. H. Freeman, Londres, 1980, 272 págs.;

(20) MANDELBROT, Benoit, **Los objetos fractales**, **Forma, azar y dimensión,** 3ª edición, Colección Metatemas N° 13, "Libros para pensar la Ciencia", Tusquets Editores, Barcelona, 1993, 213 págs.;

(21) ESPINOZA, Miguel, artículo: "René Thom, de la teoría de catástrofes a la metafísica", Universidad de Estrasburgo, en el libro: **La filosofía de los científicos** (pág. 321 a 348), Estrasburgo (Francia), 1995, 27 págs.;

(22) VON BERTALANFFY, Ludwig, **Perspectivas en la Teoría General de los Sistemas**, Alianza Universidad, Barcelona.

(23) FRANÇOIS, Charles, **Diccionario de Teoría General de Sistemas y Cibernética, Conceptos y Términos,** Edición GESI Asociación Argentina de Teoría General de Sistemas y Cibernética (División Argentina de la "Internacional Society for the Systems Sciencies"), Buenos Aires, 1992, 220, págs.

(24) DOMÍNGUEZ, Néstor Antonio, **Por una civilización ecoética,** Internet, Instituto de Publicaciones Navales, Buenos Aires, 2014, 251 págs.

(25) SEGURA, María Florencia, entrevista al Doctor Fritjof Capra, realizada el 28 de marzo de 2016;

(26) DOMÍNGUEZ, Néstor Antonio, **Satélites**, **Tomo I**, **Vta. etapa tecnológica naval y su incidencia en la Guerra de Malvinas**, Instituto

de Publicaciones Navales, Vigésimo Primer libo de la Colección Ciencia y Técnica, Buenos Aires, 1990, 845 págs.

(27) WIENER, Norbert, **Cibernética y Sociedad**, Editorial Sudamericana, Buenos Aires, 1958, 181 págs.

(28) MONROY OLIVARES, César, **Teoría del Caos,** Alfaomega S. A., Bogotá, 1998, 186 págs.

(29) PUGLISI, Alfio, artículo: "Marinos notables", Boletín del Centro Naval N° 839 de julio a diciembre del año 2014;

(30) DOMÍNGUEZ, Néstor Antonio, artículo: "Temporidad", presentado al Boletín del Centro Naval para su publicación el día 28 de abril de 2015;

(31) GARCÍA VENTURINI, Jorge L., **¿Qué es la filosofía de la historia?, 3 – La aceleración de la historia,** Colección Esquemas N° 97, Editorial Columbia, Buenos Aires, 86 págs.;

(32) KANSHEPOLSKY, José, médico peruano especialista en criogenética, artículo titulado: "Bienvenidos a la Era Exponencial", publicado por PAPELARBOL en Crónicas de América Latina el 2 de julio de 2016;

(33) HEIDEGGER, Martin, **El ser y el tiempo**, Quinta Reimpresión, Fondo de Cultura Económica, México, 1977, 478 págs.

(34) FRANÇOIS, Charles, **Diccionario de Teoría General de Sistemas y Cibernética, Conceptos y Términos,** Edición GESI Asociación Argentina de Teoría General de Sistemas y Cibernética (División Argentina de la "Internacional Society for the Systems Sciencies"), Buenos Aires, 1992, 220, págs.

(35) FRANCOIS, Charles, **Introducción a la prospectiva**, Editorial Pleamar, Buenos Aires, 1977, 141 págs.

(36) DOMÍNGUEZ, Néstor Antonio, el artículo titulado: "La concepción biocéntrica del mundo", publicado por en GESI en su sitio Web en junio de 2016;

(37) LASZLO, Ervin, **LA GRAN BIFURCACIÓN. Crisis y oportunidad: anticipación del nuevo paradigma que está tomando forma**, Primera Edición, Prólogo de Ilya Prigogine, Colección Historia de la Ciencia y Epistemología, Editorial Gedisa, Barcelona, España, 1990, 172 págs.;

(38) MILIA, Fernando y DOMÍNGUEZ, Néstor Antonio, Boletín del Centro Naval, Nros. 750-751, julio-diciembre de 1987: Compilación denominada: **"Las Armadas del Año 2002",** como compiladores, redactores y coselectores de los cuestionarios y coredactores de los comentarios y conclusiones;

(39) DOMÍNGUEZ, Néstor Antonio, "Prospectiva profesional naval", presentado para su publicación en el Boletin del Centro Naval en mayo de 2016);

(40) DOMÍNGUEZ, Néstor Antonio**, PROSPECTIVA – Cuenca del Plata, Cauce para el futuro,** como coordinador y en coautoría con Lic. Eduardo Raúl Balbi; Lic. en Hidrografía Francisco Héctor Cachaza; Lic. en Sistemas Navales Ricardo C. Araujo; Lic. en Sistemas Navales Eduardo Carlos Llorens y Lic. en Biología Sandra M. Vivequin, Editado por Fundar en Internet, sitio Web: www.fundar.org.ar, botón "opinión, Buenos Aires, noviembre de 2011, 68 págs.

(41) MANDELBROT, Benoit, **Los objetos fractales**, **Forma, azar y dimensión,** 3ª edición, Colección Metatemas N° 13, "Libros para pensar la Ciencia", Tusquets Editores, Barcelona, 1993, 213 págs.;

(42) KLIMOVSKY, Gregorio, Apuntes de clase de la materia: "Historia de la ciencia", Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires, Carrera de Filosofía, año 1989.

(43)TEORÍA DE LAS CATÁSTROFES (Definición por Wikipedia);

(44) SANTOS, Luis Martin, filósofo español, conferencia sobre: "Teoría de las Catástrofes", durante el Seminario de Epistemología dictado en la Universidad Cisneriana de Alcalá de Henares del verano de 1985;

(45) KANT, Inmanuel, **La paz perpetua**, Cuarta Edición, Colección Austral N°612, Editorial Espasa Calpe, Madrid 1964, 69 págs.

(46) WADE, Nicholas, **Before the dawn**, **Recovering the Lost History of Our Ancestors**, Editorial The Penguin Press, London, 2006;

(47) MAREMOTO Y CENTRAL NUCLEAR JAPONESA DE FUKOSHIMA, Wikipedia (Internet);

(48) ACADEMIA DEL MAR, Acta de la Sesión Plenaria Ordinaria N° 148;

(49) MASSUH, Víctor, **La flecha del tiempo, En las fronteras comunes a la ciencia, la religión y la filosofía,** Editorial Sudamericana, Buenos Aires, 1990, 276 págs.

(50) BAUMGARTNER, Antonia Nemeth, **MACROMETANOIA, un nuevo orden, una nueva civilización- El cambio de paradigma científico en las ciencias políticas, jurídicas y económicas.** Editorial Sudamericana, Santiago de Chile, 1994, 414 págs.:

(51) DOMÍNGUEZ, Néstor Antonio, **SARMIENTO, los ríos y el mar argentinos**,, 1ra. Edición, Instituto de Publicaciones Navales, 49° título de la COLECCIÓN HISTORIA, Buenos Aires, 2012, 160 págs., 23 x 15 cms,

ISBN: 978-950-899-119-5.

(52) DOMÍNGUEZ, Néstor Antonio, artículo publicado en el Boletin del Centro Naval N° 842 de enero a marzo de 2016: **“Influjo de la Academia de Platón en las culturas occidental y cristiana”** (presentado en marzo de 2015);

(53) DOMÍNGUEZ Néstor Antonio, artículo a publicar en el Boletin del Centro Naval N° 843 de abril a junio de 2016: **“Las academias argentinas y la Academia del Mar”** (presentado en marzo de 2015).

Desarrollo delk debate.

Este tema no fue debatido en la Academia.