



Academia del Mar

CUADERNO TALÁSICO N°21

Presentado por:

Académico de Número n° 35

Ingeniero Humberto R. Ciancaglini.

Tema:

Las Riquezas del Mar y los Satélites de Observación de la Tierra.

Presentación:

Mayo 2002

Expuesto y debatido en la Sesión Plenaria Ordinaria n°58 del 27 de agosto de 2002.

LAS RIQUEZAS DEL MAR Y LOS SATÉLITES DE OBSERVACIÓN DE LA TIERRA

Ecología y Bioma

Al referirnos a las riquezas animales y vegetales que nos proporciona el mar, no podríamos hacerlo sin antes hacer algunas reflexiones basadas en los conocimientos que nos proporciona la ecología. Es también conveniente compararlas con las que nos proporciona la parte sólida de la superficie terrestre (148 millones de km²).

La ecología es el estudio científico de las relaciones sobre los seres vivos y el medio ambiente en que viven. También se denomina ecología al estudio de la defensa y protección del medio ambiente.

Se denomina bioma cada uno de los grandes medios del nuestro planeta. Debe señalarse que en la parte sólida de la superficie terrestre –que solamente representa el 30 por ciento de la superficie total de la Tierra- se diferencian claramente seis biomas representados por los bosques ecuatoriales, las sabanas y llanos tropicales, los desiertos, los bosques templados y con vegetación de hojas caducas, los bosques de coníferas de Eurasia y los Estados Unidos, y las tundras o desiertos de hielo y nieve. Pero un solo bioma cubre la totalidad de los océanos y mares adyacentes, cuya área alcanza los 355 millones de km² y un volumen de 1.000 millones de km³.

La naturaleza y distribución de la fauna y de la flora en la parte sólida de la Tierra dependen mucho de los factores edáficos, es decir, de factores relacionados con las características del suelo.

El bioma es la mayor unidad ecológica, pero en la parte sólida de la superficie de la Tierra existen marcadas diferencias de los factores edáficos, del grado de humedad, de los vientos, irradiación solar, de la temperatura, etc., lo que hace que la extensión de los biomas sea menor y por ello aparecen seis biomas a pesar de la reducida proporción de su superficie frente a la de los océanos y mares adyacentes. Las especies animales y vegetales de los diversos biomas son diferentes. Es distinta la situación existente en el bioma del mar. Esta vasta extensión contiene una cantidad extremadamente grande de comunidades, pero constituye en sí misma una comunidad principal, autosostenida e independiente.

Por esta razón mientras que cada uno de los biomas terrestres tiene muchas grandes comunidades, el bioma marino es la comunidad principal.

Un ejemplo puede caracterizar mejor las diferencias. Para una dada energía de radiación solar, dos bosques de robles distantes más de 1.500 km son independientes, no solamente entre ellos sino también de las praderas y de los lagos adyacentes. Cada uno de los bosques es una comunidad principal. Por otra parte, dos arrecifes de corales situados a 150 km de distancia, aunque sean independientes entre sí son dependientes en lo que se refiere a sus fuentes de alimentación, los minúsculos organismos existentes en los mares adyacentes. Los arrecifes de corales son las comunidades, pero todo el mar es la comunidad principal.

El bioma marino tiene la misma estructura básica que cualquier otra comunidad principal. Está zonalizado y estratificado tanto vertical como horizontalmente, su metabolismo depende de la fotosíntesis y de fuentes bacterianas y sus ciclos alimentarios siguen los mismos principios. Las zonas iluminadas son fundamentalmente periódicas, dependiendo de los ciclos tales como el de las estaciones y el de la Luna.

Los organismos acuáticos

Los organismos acuáticos han sido clasificados en tres categorías ecológicas: Plancton, Necton y Bentos. Los plancton, son seres microscópicos o de pequeño tamaño que están en suspensión en las aguas y que son arrastradas por las corrientes. Los necton, en cambio, son los animales marinos que nadan en forma activa y los bentos los que viven prácticamente fijos en el fondo del mar o de las aguas dulces.

Plancton

La categoría plancton merece ser analizada más profundamente por su incidencia en la vida marina. Desde el punto de vista de su tamaño se las clasifican en las categorías siguientes:

Macroplancton, que llegan a ser visibles a simple vista; los llamados simplemente Plancton, que no son visibles a simple vista y son retenidos por redes de 30 a 40 micrones y los Nanoplancton o Microplancton, cuyo tamaño es tan pequeño que pasan las redes de 30 a 40 micrones.

Existe un segundo criterio de clasificación basado en la incidencia ecológica del plancton en el mar, que consiste en agruparlos en las categorías de Fitoplancton y de Zooplancton.

El fitoplancton es una especie de diminutos organismos monocelulares. Este importante grupo cumple un destacado papel en el proceso de fotosíntesis en el bioma marino. Por otra parte, debe recordarse que la fotosíntesis es el proceso por el cual la iluminación solar sobre la clorofila de los vegetales sintetiza hidratos de carbono y libera oxígeno, partiendo de los compuestos inorgánicos que son el anhídrido carbónico y el agua. Esto permite que continúen la vida animal y vegetal sin agotar el oxígeno existente en la atmósfera o el que se encuentra disuelto en el agua.

La densidad de población del fitoplancton depende de una cantidad de agentes ecológicos. Entre ellos pueden mencionarse las estaciones del año que definen la temperatura del agua en las capas superiores, la intensidad de iluminación del sol, la proporción de nitratos y sulfatos en las aguas y los vientos dominantes. Estos agentes inciden sobre la población animal y vegetal en cada una de las zonas del mar.

Los zooplancton, constituyen muchos grupos de animales, la mayoría de los cuales se alimentan de fitoplancton. Entre ellos abundan los protozoos, radiolarios y foraminíferos. A esta clase pertenecen también algunos moluscos, medusas y especialmente crustáceos.

Algunos aspectos físicos y químicos del mar

Antes de considerar las otras características ecológicas de los habitantes del mar, conviene analizar algunos aspectos físicos y químicos de este extenso hábitat. El rango de temperatura del agua se extiende de 30°C a -2°C. Si bien es cierto que existe una gran diferencia de temperatura entre las aguas polares y las ecuatoriales, como así también las diferencias de temperatura en su profundidad, las grandes corrientes marinas hacen que haya intercambio de los seres que habitan en esas aguas. En muchos casos las mismas especies aparecen en aguas de distintas temperaturas y suelen diferenciarse solamente por su tamaño.

Los océanos y los mares adyacentes cubren el 70 por ciento del área de la Tierra y la mayor parte de su volumen, de mil millones de kilómetros cúbicos, es adecuada para la vida marina.

Profundidad iluminada por el sol

Desde la superficie exterior del mar y hasta una profundidad de unos 200 metros llega a penetrar la iluminación del sol. Por esta causa esa sección del mar es también apta para la vida de plantas pigmentadas por fotosíntesis que, como se ha dicho anteriormente, constituyen también alimentos para los animales que pueblan los mares.

En la mayoría de las zonas oceánicas tanto la presencia de las sales minerales como la concentración del oxígeno disuelto en las aguas resultan aptas para la vida marina. También lo es la temperatura, que varía en las distintas zonas, entre -2°C y 30°C . Las máximas profundidades del mar sobrepasan los 10 mil metros, lo que significa que la presión hidrostática en esos lugares alcanza las 1.000 atmósferas. A pesar de tales presiones, hay vida en esas zonas. Se da el caso de estrellas marinas que pueden vivir en profundidades comprendidas entre 6 metros y 4.300 metros. Ha peces que en una noche pueden variar su posición en el mar abierto hasta 300 metros de profundidad, es decir, cambios de presión de 30 atmósferas.

Las olas tienen una especial importancia en la vida marina. Por una parte, como la presión del choque contra las rompientes puede llegar a las 15 toneladas por metro cuadrado, los animales marinos que viven próximo a esas zonas suelen tener protección calcárea (concha) para aguantar los golpes, y en otros casos poseen un miembro de agarre en el substrato del mar, para evitar ser arrastrados y golpeados contra las rompientes. Pero, por otra parte, las corrientes marinas tienen gran influencia en la distribución de la fauna marina y particularmente en la del fitoplancton.

La distribución de la temperatura en el mar depende mucho de la latitud y de la profundidad: Decece al acercarse a los polos y también decece con la profundidad. Debido a la mayor densidad del agua fría, hay un movimiento en profundidad del agua de los polos hacia la zona tórrida.

Es interesante observar que dentro de una misma especie de fauna marina, los de mayor tamaño son los que aparecen en las zonas frías. Sin embargo, las especies esencialmente polares no aparecen en los mares más calientes.

En general, es bastante uniforme la composición química de las aguas. A 300 metros de profundidad la salinidad es del 3,5%, pero decece en los estuarios, y en las zonas polares también decece debido a la fusión de los hielos. En los lagos secundarios, es decir, aquéllos no vinculados con el mar,

hay variaciones muy importantes debido a los regímenes de evaporación de las aguas. Por ejemplo, la salinidad en el Mediterráneo es de 3,8% y en el Mar Rojo es del 4%.

Organismos del mar

Debe señalarse que entre los organismos que pueblan el mar se encuentran los más pequeños y los más grandes de los que habitan en el mundo. Por un lado, las bacterias que existen en el mar son de dimensiones submicroscópicas, mientras que otros invertebrados, como los de ciertos céfalopodos de diez tentáculos pueden alcanzar una dimensión de 10 metros.

Bacterias

El caso de las bacterias que habitan en el mar es interesante. En primer término es necesario señalar que aunque ellas habitan en el mar, no pueden ser consideradas como organismos marinos, ya que no pueden ni crecer ni reproducirse en el mar, porque el agua marina no es el medio adecuado para ello. Sin embargo, son capaces de vivir largos períodos de tiempo en el mar y permanentemente se mantiene su población por el aporte que se hace de los desechos orgánicos que llegan al mar, particularmente en las zonas costeras. Resultan también abundantes la cantidad de bacterias terrestres, generalmente originados por el hombre, que aparecen en las bahías y estuarios.

Es importante observar que muchas de las bacterias que aparecen en el mar cumplen la importante tarea de descomponer los restos de otros organismos muertos, generando nutrientes para los organismos vivos.

Plantas marinas

La mayoría de las plantas marinas está caracterizada por la ausencia de un sistema vascular, y en las que en la reproducción no requiere la formación de flores ni semillas: se realiza por simple división celular.

Las plantas más grandes, que constituyen los grupos más diversificados son formas microscópicas unicelulares que abundan en todos los lugares de las capas superiores iluminadas en los océanos donde sintetizan la mayor parte de los alimentos primarios que hacen posible la vida marina.

Cuando las condiciones son desfavorables, se generan esporas que germinan cuando las condiciones son más favorables. La reproductibilidad de este grupo de plantas depende mucho de la disponibilidad de sales nutrientes nitrogenadas y de fosfatos. Sin embargo, estas sales son más abundantes en las zonas más profundas y no iluminadas del mar, y son inaccesibles para tales grupos de plantas.

En consecuencia, la mayor producción de plantas unicelulares tiene lugar cuando factores hidrográficos dan lugar a movimientos ascendentes de las aguas ricas en nutrientes provenientes de los niveles inferiores.

Es así que las fuentes primarias de sintetización de alimentos se producen en esas zonas profundas y que proporcionan las fuentes básicas de la próspera actividad de pesquería.

Las plantas marinas macroscópicas están representadas por algas de diversos colores y con plantas con flores y por hierbas de pantanos. Un grupo de algas rojas cumple la importante función de formar los arrecifes de corales. Son pocos los animales marinos que se alimentan directamente de las plantas marinas macroscópicas. Como excepción de lo dicho, puede mencionarse el caso de gastrópodos y algunas pocas especies de peces que sí se alimentan de dicho tipo de plantas marinas.

Vertebrados

En lo que se refiere a los vertebrados, también se presentan casos, como en el de los invertebrados, de especies de dimensiones extremas. Hay una variedad de peces cuyo largo es de solamente unos 15 milímetros y que tienen un peso de cinco miligramos, mientras que por otra parte se cuenta con ciertas ballenas, como la llamada ballena azul, cuya longitud alcanza los 30 metros con un peso de más de 90 toneladas.

Los peces marinos son numerosos y diversos. Entre los reptiles se cuentan entre otros, las serpientes marinas y las tortugas. También forman parte de la fauna marina ciertas aves, como los pingüinos que como no tienen la capacidad de volar pasan la mayor parte del tiempo nadando en el mar o vadeando en sus proximidades. Otros, como los albatros, remontan los océanos durante largos períodos de tiempo y sólo retornan a tierra para anidar. El cormorán –voraz comedor de peces- es un poderoso navegante submarino que persigue sus presas a considerable profundidad de la superficie de las aguas. Los principales mamíferos que son exclusivamente

marinos son las ballenas, las marsopas y otros cetáceos. Estas especies dependen tanto del mar que no pueden abandonarlo nunca. Otros, como las focas, aunque viven normalmente en el mar, pueden abandonarlo transitoriamente el mar de los períodos de reproducción.

Las formas y modos de vida de los invertebrados marinos es tan diversa que no es posible hacer brevemente una descripción. Las arenas y el barro del fondo de los océanos están llenos de gusanos, moluscos y crustáceos. Estos últimos, los crustáceos, son los más numerosos y los más diversificados grupos del hábitat marino. La mayoría de ellos nadan libremente en las aguas superiores, alimentándose de fitoplancton y detrititos orgánicos y son la fuente de alimentación de peces tales como el arenque y la caballa. Un grupo que comprenden los cangrejos y langostas de mar viven en el fondo del mar alimentándose de organismos muertos y otro grupo, los percebes adoptan, en la forma adulta, un modo de vida sedentario, adhiriéndose firmemente en las superficies sólidas. Sus patas se transforman en órganos que recolectan alimentos barriendo las proximidades de la zona en que están adheridos, en busca de detritos y pequeños organismos.

Zonalización de la vida marina

El medio ambiente marino ha sido dividido por conveniencia en zonas y los organismos están clasificados en categorías de acuerdo con el hábitat y el comportamiento para su locomoción.

Las dos divisiones principales del son la bentónica. Que comprende todo el fondo del mar y la pelágica que constituyen las aguas del mar. Cada una de estas divisiones principales es a su vez dividida en subzonas.

Todos los organismos que cubren tanto las zonas barrosas como la sólidas del fondo del mar son clasificados como bentónico. Los que viven en la zona pelágica, como se han dicho anteriormente, son los necton y los plancton. Por otra parte, dentro de la división de los bentónicos, se diferencias los que viven hasta una profundidad de 200 m, la parte llamada litoral, y la de mayor profundidad denominada de aguas profundas.

Se ha presentado una somera descripción de las riquezas del mar por el interés por su participación en la provisión de alimentos para la humanidad. ¿Cuál es la razón de incluir en el temario los Satélites de Observación de la Tierra? Considero que la mejor respuesta a esta pregunta es presentar la

opinión de dos investigadores de la European Space Agency (ESA) () en ocasión de referirse al sistema MERIS incorporado en el satélite ENVISAT.

En las próximas décadas el mundo enfrenta un tremendo desafío de problemas ambientales tales como el calentamiento global, las pérdidas de biodiversidad, la contaminación de la atmósfera y de las aguas y la declinación de la productibilidad del ecosistema.

El impacto negativo de estos cambios ambientales en nuestra forma de vida y en la salud e integridad de los ecosistemas terrestres con inmensas implicaciones potenciales socioeconómicas ha alertado a la comunidad científica, a la opinión pública y a quienes establecen las políticas a seguir. Surge una imperiosa necesidad de una acción intensa para una mejor comprensión del sistema que constituye la Tierra, incluyendo el componente humano.

El avanzado satélite europeo de observación de la Tierra ENVISAT proporciona un eficiente sistema de monitorear cambios de diversos atributos ambientales, para lograr tener una mejor comprensión de los procesos involucrados. En esta forma podrían predecirse cambios antes que ellos lleguen a ser críticos, o peor aún, irreversibles.

El Espectrómetro de Imágenes de Media Resolución (MERIS) incorporado en el satélite ENVISAT proporciona un poderoso instrumento para el monitoreo global de los océanos, la atmósfera sólida de la Tierra.

EL PROGRAMA DE ENVISAT

La preocupación por la vulnerabilidad de nuestro ambiente ante el cambio global llevó a la ESA a desarrollar el programa ENVISAT ante la necesidad de contar en Europa con una poderosa herramienta para monitorear el estado del Planeta.

Con esta finalidad se realiza un sistema de carga útil de diez instrumentos interdisciplinarios que permiten efectuar, prácticamente en tiempo real, observaciones sinópticas y globales de nuestro ecosistema y ofrecer a diversas partes de las Ciencias de la Tierra oportunidades para tener una mejor comprensión de la Tierra, como un sistema dinámico integrado.

Uno de los mencionados sistemas integrados lo constituye el MERIS (Médium Resolución Imagina Spectrometer), un instrumento óptico

europeo único, que permite realizar mediciones sobre la superficie de los océanos, sobre los continentes y en la atmósfera. Posee un sistema de mediciones en 15 bandas espectrales que contienen el espectro visible y el infrarrojo cercano, programable en anchura y en posición acoplado con un sistema dual de resolución de 130 m y de 1.200 m. La cobertura global se realiza en tres días, lo cual representa ser un observatorio único capaz de monitorear los efectos que tienen las actividades humanas sobre el medio ambiente.

EL ESTUDIO DE LA VIDA EN LOS OCÉANOS

Ya se ha visto la importancia de fitoplancton en la vida en los océanos. En realidad, la vida surgió hace miles de millones de años en el mar, bajo la forma de los microscópicos seres monocelulares que es el plancton, y que en virtud del maravilloso proceso de la fotosíntesis tuvo lugar la generación de organismos más complejos.

El fitoplancton puede verse casi en todos los mares del mundo, dando lugar a su característico color verdoso. Como se ha visto, los alimentos para los organismos que pueblan el mar forman una cadena, y como el fitoplancton es el extremo inferior de dicha cadena, su presencia MERIS ha sido diseñado especialmente para detectar sutiles cambios del color de los océanos, lo que permite estimar la concentración de pigmentación debido a la clorofila.

El MERIS, conjuntamente con otros sensores como ser el SeaWIFS y el MODIS permitirán hacer una evaluación de la cantidad de fitoplancton disponible en cada zona, y cuánta materia prima para la fotosíntesis pueden procesar. Esta evaluación es fundamental para el desarrollo de un mejor conocimiento del ciclo del carbono y del clima global como así también para una estimación de la salud del ecosistema marino.

ALARMA TEMPRANA SOBRE LA REPRODUCCIÓN ANÓMALA DEL FITOPLANCTON

En ciertas condiciones el fitoplancton marino puede reproducirse con tal rapidez que da lugar a la formación de manchas (blooms), densamente coloreadas sobre el mar. Por cuanto este crecimiento explosivo toma gran cantidad de nutrientes del mar, particularmente el oxígeno disuelto en el agua, puede producir serios problemas en los lugares en los que se realizan viveros de peces enjaulados. La situación hace que los peces puedan asfixiarse al no poder huir hacia zonas más oxigenadas.

En otros casos ciertos tipos de algas producen toxinas muy potentes que pueden dar lugar a la producción de peces tóxicos peligrosos para la industria pesquera. Hay un reconocimiento general que se está produciendo un empeoramiento de esta situación de crecimiento anómalo del fitoplancton debido a diversas causas. La detección temprana de que está ocurriendo esta situación es fundamental para los hacendados marinos. El MERIS puede proporcionar información casi en tiempo real (tres horas después de captar la información). Esto permite realizar la evaluación de la concentración de fitoplancton, incluyendo la presencia de manchas y las zonas afectadas, que, combinada con la evaluación de la temperatura en la superficie del mar, las corrientes marinas y los vientos es esencial para comprender los factores que influyen en el comienzo y la evolución de las manchas y para proporcionar las alarmas tempranas a la zona pesquera afectada.

Los recursos pesqueros del mar durante milenios fueron fuentes esenciales de alimentos y como consecuencia de ello dieron lugar a un intenso comercio marítimo. Estos recursos durante mucho tiempo fueron considerados eternos.

Sin embargo, la continua demanda de alimentos marinos por una población humana rápidamente creciente ha conducido a una declinación de la población ictícola de las especies explotadas. Puede agregarse a esto que se presume el cambio climático global provocará cambios significativos en los océanos debidos a las alteraciones de la temperatura, las lluvias, los vientos y el nivel del mar con resultados impactantes sobre el sistema actual. Estos impactos seguramente van a modificar la producción y la distribución de los recursos marinos en todos los océanos.

El sistema de observación del color de los océanos de MERIS con los de otros parámetros geofísicos con ser las corrientes oceánicas (RA2/MWR DORIS) y la temperatura en la superficie de los océanos (AATSR) pueden realizar mediciones iniciales tendientes a mejorar la concentración de la biomasa y la producción biológica mejorando zonas con aceptaciones físicas adecuadas.

EL SENSOR Sea WiFS

Los otros parámetros referidos se obtienen del sensor denominado SeaWiViewing Wide Field-of-view Sensor (Sea WiFS) que proporciona

información cuantitativa de las propiedades bio-ópticas de la Tierra a la comunidad científica. El SeaWiFS opera transportado por el satélite Sea Star.

Ya me he referido a la importancia de determinar la concentración de fitoplancton por la coloración de las aguas. Pero el color y concentración que reciben los sensores del MERIS resultan muy modificados por los otros parámetros geofísicos y esta es, precisamente, la utilidad de la información que provee el Sea WiFS. Debe tenerse en cuenta que la corrección de la influencia de la atmósfera es muy grande, por cuanto solamente el 5% de la luz que “ve” el SeaWiFS es el reflejado de adentro del océano (“radiación emergente de las aguas”). El sensor proporciona tres tipos de imágenes utilizadas en oceanografía: a) Imágenes de la altura de las olas; b) Imágenes del color del océano y c) Imágenes de la temperatura de la superficie del mar. Las imágenes sobre la altura de las olas, y también de la altura de la superficie del mar se miden

Desarrollo del debate.

Ac. PRESIDENTE: Solicito al Académico Ciancaglini a disertar sobre el tema previsto para el día de la fecha.

AC. CIANCAGLINI: Cuando me pidieron un tema para conferencia, recordé que del estudio de los satélites de observación de la Tierra había muchas cuestiones relacionadas con el mar y las riquezas del mar. Fue así como me pareció lógico hacer una conferencia sobre Las riquezas del mar y los satélites de observación de la tierra.

De los satélites conozco bastante pero no tanto de las riquezas del mar, fue así que tuve que estudiar acogiéndome a la buena política de la Academia de brindar tiempo para preparar los temas.

Lo he preparado por escrito y teniendo en cuenta un tiempo razonable de exposición. De esta manera se evita discurrir sobre aspectos colaterales de un tema tan vasto como interesante.

Me voy a referir en primer término a la ecología y al bioma.

Ecología.

Al referirnos a las riquezas animales y vegetales que nos proporciona el mar, no podríamos hacerlo sin antes realizar algunas reflexiones basadas en los conocimientos que nos proporciona la ecología. Es también conveniente compararlas con las que nos proporciona la parte sólida de la superficie terrestre (148 millones de Km².)

La ecología es el estudio científico de las relaciones entre los seres vivos y el medio ambiente en que viven. También se entiende por ecología al estudio de la defensa y protección del medio ambiente.

El bioma.

Se denomina "bioma" a cada uno de los grandes medios de nuestro planeta. Debe señalarse que en la parte sólida de la superficie terrestre - que solamente representa el 30 por ciento de la superficie total de la tierra - se diferencian claramente seis biomas representados por: los bosques ecuatoriales, las sabanas y llanos tropicales, los desiertos, los bosques templados y con vegetación de hojas caducas, los bosques de coníferas de Eurasia y los Estados Unidos y las tundras o desiertos de hielo y nieve. Pero un solo bioma cubre la totalidad de los océanos y mares adyacentes, cuya área alcanza los 355 millones de Km² y un volumen de 1000 millones de km².

La naturaleza y distribución de la fauna y de la flora en la parte sólida de la Tierra dependen mucho de los factores edáficos, es decir de factores relacionados con las características del suelo.

El bioma es la mayor unidad ecológica, pero en la parte sólida de la superficie de la Tierra existen marcadas diferencias de los factores edáficos, del grado de humedad de los vientos, de irradiación solar, de la temperatura, etc., lo que hace que la extensión de los biomas sea menor. Es por ello que aparecen seis biomas a pesar de la reducida proporción de su superficie frente a la de los océanos y mares adyacentes. Las especies animales y vegetales de los diversos biomas son diferentes.

Es distinta la situación existente en el bioma del mar. Esta vasta extensión contiene una cantidad extremadamente grande de comunidades, pero constituye en sí misma una comunidad principal, autosostenida e independiente. Por esta razón mientras que cada una de los biomas terrestres tiene muchas grandes comunidades, el bioma marino es la comunidad principal.

Un ejemplo puede caracterizar mejor las diferencias. Para una dada energía de radiación solar, dos bosques de robles distantes a más de 1.500 Km son independientes, no solamente entre ellos sino también de las praderas y de los lagos adyacentes. Cada uno de los bosques es una comunidad principal. Por otra parte, dos arrecifes de corales situados a 150 Km de distancia, aunque sean independientes entre sí son dependientes en lo que se refiere a sus fuentes de alimentación, o sea, de los minúsculos organismos existentes en los mares adyacentes. Los arrecifes de corales son las comunidades, pero en realidad todo el mar es la comunidad principal.

El bioma marino tiene la misma estructura básica que cualquier otra comunidad principal. Está zonalizado y estratificado tanto vertical como

horizontalmente, su metabolismo depende de la fotosíntesis y de fuentes bacterianas y sus ciclos alimentarios siguen los mismos principios. Las zonas iluminadas son fundamentalmente periódicas, dependiendo de los ciclos tales como el de las estaciones y el de la Luna.

Los organismos acuáticos han sido clasificados en tres categorías ecológicas: plancton, necton y bentos. El plancton está constituido por seres microscópicos o de pequeño tamaño que están en suspensión en las aguas y que son arrastrados por las corrientes. Los necton, en cambio, son los animales marinos que nadan en forma activa y los bentos son los que viven prácticamente fijos en el fondo del mar o de las aguas dulces.

La categoría plancton merece ser analizada más profundamente por su incidencia en la vida marina. Desde el punto de vista de su tamaño se la clasifica en las categorías siguientes: macroplancton, cuyos individuos llegan a ser visibles a simple vista; los llamados simplemente plancton, que no son visibles a simple vista y son retenidos por redes de 30 a 40 micrones y los nanoplancton o microplancton cuyos componentes son de tamaño tan pequeño que pasan las redes de 30 a 40 micrones.

Existe un segundo criterio de clasificación basado en la incidencia ecológica del plancton en el mar, que consiste en agruparlos en las categorías de fitoplancton y de zooplancton.

El primero es una especie de diminutos organismos monocelulares. Este importante grupo cumple un importante papel en el proceso de fotosíntesis en el bioma marino.

Por otro lado, debe recordarse que la fotosíntesis es el proceso por el cual la iluminación solar sobre la clorofila de los vegetales sintetiza hidratos de carbono y libera oxígeno, partiendo de los compuestos inorgánicos que son el anhídrido carbónico y el agua. Esto permite que continúen la vida animal y vegetal sin agotar el oxígeno existente en la atmósfera o el que se encuentra disuelto en el agua.

La densidad de población del fitoplancton depende de una cantidad de agentes ecológicos. Entre ellos pueden mencionarse las estaciones del año que definen la temperatura del agua en las capas superiores, la intensidad de iluminación del sol, la proporción de nitratos y sulfatos en las aguas y los vientos dominantes. Estos agentes inciden sobre la población animal y vegetal en cada una de las zonas del mar.

Los zooplancton constituyen muchos grupos de animales, la mayoría de los cuales se alimentan de fitoplancton. Entre ellos abundan los protozoos, radiolarios y foraminíferos. A esta clase pertenece también algunos moluscos, medusas y especialmente crustáceos.

Aspectos físicos y químicos del mar.

Dado que, antes de considerar las otras características ecológicas de los habitantes del mar, conviene analizar dichos aspectos de este extenso habitat.

El rango de temperatura del agua se extiende de 30°C a -2°C. Si bien es cierto que existe una gran diferencia de temperatura entre las aguas polares y las ecuatoriales, como así también las diferencias de temperatura en su profundidad, las grandes corrientes marinas hacen que haya intercambio de los seres que habitan en esas aguas. En muchos casos las mismas especies aparecen en aguas de distintas temperaturas y suelen diferenciarse solamente por su tamaño.

Los océanos y los mares adyacentes cubren el 70 por ciento del área de la Tierra y la mayor parte de su volumen, de mil millones de kilómetros cúbicos, es adecuada para la vida marina.

Es importante considerar hasta qué profundidad llega la iluminación del sol. Es así como podemos afirmar que, desde la superficie exterior del mar y hasta una profundidad de unos 200 metros, llega a penetrar dicha iluminación. Por esta causa esa sección del mar es también apta para la vida de plantas pigmentadas por fotosíntesis que, como se ha dicho anteriormente, constituyen también alimentos para los animales que pueblan los mares.

En la mayoría de las zonas oceánicas tanto la presencia de las sales minerales como la concentración del oxígeno disuelto en las aguas resultan aptas para la vida marina.

También lo es la temperatura, que, como dijimos, varía en las distintas zonas, entre -2°C y 30°C.

Las máximas profundidades del mar sobrepasan los 10 mil metros, lo que significa que la presión hidrostática en esos lugares alcanza las 1000 atmósferas. A pesar de tales presiones, hay vida en esas zonas. Se da el caso de estrellas marinas que pueden vivir en profundidades comprendidas entre 6 metros y 4.300 metros. Hay peces que en una noche pueden variar su posición en el mar abierto hasta 300 metros de profundidad, es decir, cambios de presión de 30 atmósferas.

Las olas tienen una especial importancia en la vida marina, por una parte como la presión del choque contra las rompientes pueden llegar a las 15 toneladas por metro cuadrado, los animales marinos que viven próximos a esas zonas suelen tener protección calcárea (concha) para aguantar los golpes, y en otros casos poseen un miembro de agarre en el substrato del mar, para evitar ser arrastrados y golpeados contra las rompientes.

Por otra parte, las corrientes marinas tienen gran influencia en la distribución de la fauna marina y particularmente en la del fitoplancton.

La distribución de la temperatura en el mar depende mucho de la altitud y de la profundidad; decrece al acercarse a los polos y también decrece con la profundidad. Debido a la mayor densidad del agua fría, hay un movimiento en profundidad del agua de los polos hacia la zona tórrida.

Es interesante observar que, dentro de una misma especie de fauna marina, los de mayor tamaño son los que aparecen en las zonas frías. Sin embargo, las especies esencialmente polares no aparecen en los mares más calientes. En general, es bastante uniforme la composición química de las aguas. A 300 metros de profundidad la salinidad es del 3,5% pero decrece en los estuarios, y en las zonas polares también decrece debido a la fusión de los hielos.

En los lagos secundarios, es decir, aquéllos no vinculados con el mar, hay variaciones muy importantes debido a los regímenes de evaporación de las aguas. Por ejemplo, la salinidad en el Mediterráneo es del 3,8% y en el Mar Rojo es del 4%.

ORGANISMOS DEL MAR.

Debe señalarse que entre los organismos que pueblan el mar se encuentran los más pequeños y los más grandes de los que habitan en el mundo. Por un lado, las bacterias que existen en el mar son de dimensiones submicroscópicas, mientras que otros invertebrados, como los de ciertos cefalópodos de diez tentáculos pueden alcanzar una dimensión de 10 metros.

1. Bacterias.

El caso de las bacterias que habitan en el mar es interesante. En primer término, es necesario señalar que, aunque ellas habitan en el mar, no pueden ser consideradas como organismos marinos, ya que no pueden ni crecer ni reproducirse en el mar porque el agua marina no es el medio adecuado para ello.

Sin embargo, son capaces de vivir largos períodos de tiempo en el mar y permanentemente se mantiene su población por el aporte que se hace de los desechos orgánicos que llegan al mar, particularmente en las zonas costeras. Resultan también abundantes la cantidad de bacterias terrestres, generalmente originadas por el hombre, que aparecen en las bahías y estuarios. Es importante observar que muchas de las bacterias que

aparecen en el mar cumplen la importante tarea de descomponer los restos de otros organismos muertos generando nutrientes para los organismos vivos.

2. Plantas marinas.

La mayoría de las plantas marinas está caracterizada por la ausencia de un sistema vascular y en las que en la reproducción no requiere la formación de flores ni semillas: se realiza por simple división celular.

Las plantas más grandes, que constituyen los grupos más diversificados son formas microscópicas unicelulares que abundan en todos los lugares de las capas superiores iluminadas de los océanos donde sintetizan la mayor parte de los alimentos primarios que hacen posible la vida marina.

Cuando las condiciones son desfavorables, se generan esporas que germinan cuando las condiciones son más favorables. La reproductividad de este grupo de plantas depende mucho de la disponibilidad de sales nutrientes nitrogenadas y de fosfatos. Sin embargo, estas sales son más abundantes en las zonas más profundas y no iluminadas del mar, y son inaccesibles para tales grupos de plantas.

En consecuencia, la mayor producción de plantas unicelulares tiene lugar cuando factores hidrográficos dan lugar a movimientos ascendentes de las aguas ricas en nutrientes provenientes de los niveles inferiores.

Es así como las fuentes primarias de sintetización de alimentos se producen en esas zonas profundas y que proporcionan las fuentes básicas de la próspera actividad de pesquería.

Las plantas marinas microscópicas están representadas por algas de diversos colores y con plantas con flores y por hierbas de pantanos. Un grupo de algas rojas cumple la importante función de formar los arrecifes de corales. Son pocos los animales marinos que se alimentan directamente de las plantas marinas macroscópicas. Como excepción de lo dicho, puede mencionarse el caso de los gastrópodos y algunas pocas especies de peces que sí se alimentan de dicho tipo de plantas marinas.

3. Vertebrados.

En lo que se refiere a los vertebrados, se presentan casos, como en el de los invertebrados, hay especies de dimensiones extremas. Hay una variedad de peces cuyo largo es de solamente unos 15 milímetros y que tienen un peso de solamente cinco miligramos mientras que, por otra parte, se cuenta con

ciertas ballenas, como la ballena azul, cuya longitud alcanza los 30 metros con un peso de más de 90 toneladas.

Los peces marinos son numerosos y diversos. Entre los reptiles se cuentan, entre otros, las serpientes marinas y las tortugas. También forman parte de la fauna marina ciertas aves, como los pingüinos que como no tienen la capacidad de volar pasan la mayor parte del tiempo nadando en el mar o vadeando en sus proximidades. Otros, como los albatros, remontan los océanos durante largos períodos de tiempo y sólo retornan a tierra para anidar. El cormorán, voraz comedor de peces, es un poderoso navegante submarino que persigue sus presas a considerable profundidad de la superficie de las aguas. Los principales mamíferos que son exclusivamente marinos son las ballenas, las marsopas y otros cetáceos. Estas especies dependen tanto del mar que no pueden abandonarlo nunca. Otros, como las focas, aunque vivan normalmente en el mar, pueden abandonar transitoriamente el mar en los períodos de reproducción.

Las formas y modos de vida de los invertebrados marinos son tan diversas que no es posible hacer, en la brevedad de este discurso, una descripción. Las arenas y el barro de los fondos de los océanos están poblados de gusanos, moluscos y crustáceos. Estos últimos son los más numerosos y los más diversificados grupos del hábitat marino. La mayoría de ellos nadan libremente en las aguas superiores, alimentándose de filoplancton y detritos orgánicos y son la fuente de alimentación de peces tales como el arenque y la caballa.

Un grupo, que comprende los cangrejos y langostas de mar, vive en el fondo del mar alimentándose de organismos muertos y otro grupo, los percebes, adopta en la forma adulta, un modo de vida sedentario, adhiriéndose firmemente en las superficies sólidas. Sus patas se transforman en órganos que recolectan alimentos barriendo las proximidades de la zona en que están adheridos, en busca de detritos y pequeños organismos.

Zonalización de la vida marina.

El medio ambiente marino ha sido dividido por conveniencia en zonas y los organismos están clasificados en categorías de acuerdo con el hábitat y el comportamiento para su locomoción. Las dos divisiones principales son la bentónica, que comprende todo el fondo del mar, y la pelágica que constituye las aguas del mar. Cada una de estas divisiones principales es a su vez dividida en subzonas.

Todos los organismos, que cubren tanto las zonas barrosas como las sólidas del fondo del mar, son clasificados como bentónicos. Los que viven en la

zona pelágica, como se ha dicho anteriormente, son los necton y los plancton.

Por otra parte, dentro de la división de los bentónicos, se diferencian los que viven hasta una profundidad de 200 m., la parte llamada litoral, y la de mayor profundidad denominada de aguas profundas.

He presentado una somera descripción de las riquezas del mar por nuestro interés por su participación en la provisión de alimentos para la humanidad. Pero, ¿cuál es la razón de incluir en el temario los Satélites de Observación de la Tierra? Considero que la mejor respuesta a esta pregunta es presentar la opinión de dos investigadores de la European Space Agency (ESA) en ocasión de referirse al sistema MERIS incorporado en el satélite ENVISAT.

Ellos opinan que en las próximas décadas el mundo enfrentará un tremendo desafío de problemas ambientales tales como el calentamiento global, las pérdidas de biodiversidad, la contaminación de la atmósfera y de las aguas y la declinación de la productibilidad del ecosistema. El impacto negativo de estos cambios ambientales en nuestra forma de vida y en la salud e integridad de los ecosistemas terrestres, con intensas implicaciones potenciales socioeconómicas, ha alertado a la comunidad científica, a la opinión pública y a quienes establecen las políticas a seguir. Surge una imperiosa necesidad de una acción intensa para una mejor comprensión del sistema que constituye la Tierra, incluyendo el componente humano.

El avanzado satélite europeo de observación de la Tierra ENVISAT proporciona un eficiente sistema para monitorear cambios de diversos atributos ambientales, para lograr tener una mejor comprensión de los procesos involucrados. En esta forma podrían predecirse cambios antes que ellos lleguen a ser críticos, o peor aún, irreversibles.

El Espectrómetro de imágenes de Media Resolución (MERIS) incorporado en el satélite ENVISAT proporciona un poderoso instrumento para el monitoreo global de los océanos, la atmósfera y la superficie sólida de la Tierra.

EL PROGRAMA DE ENVISAT.

La preocupación por la vulnerabilidad de nuestro ambiente ante el cambio global llevó a la ESA a desarrollar el programa ENVISAT ante la necesidad de contar en Europa con una poderosa herramienta para monitorear el estado de nuestro planeta.

Con esta finalidad se realiza un sistema de carga útil de diez instrumentos interdisciplinarios que permiten efectuar, prácticamente en tiempo real, observaciones sinópticas y globales de nuestro ecosistema y ofrecer a

diversas disciplinas de las Ciencias de la Tierra oportunidades para tener una mejor comprensión de la Tierra, como un sistema dinámico integrado. Uno de los mencionados sistemas integrados lo constituye el MERIS (Medium Resolution Imaging Spectrometer), un instrumento óptico europeo único, que permite realizar mediciones sobre la superficie de los océanos, sobre los continentes y en la atmósfera. Posee un sistema de mediciones en 15 bandas espectrales que contienen el espectro visible y el infrarrojo cercano, programable en anchura y en posición acoplado con un sistema dual de resolución de 130 m y de 1200 m. La cobertura global se realiza en tres días, lo cual representa tener un observatorio único capaz de monitorear los efectos que tienen las actividades humanas sobre el medio ambiente.

EL ESTUDIO DE LA VIDA EN LOS OCEANOS.

Ya se ha visto la importancia del fitoplancton en la vida de los océanos. En realidad, la vida surgió hace miles de años en el mar, bajo la forma de los microscópicos seres unicelulares que constituyen el plancton, y que, en virtud del maravilloso proceso de la fotosíntesis, dio lugar a la generación de organismos más complejos.

El fitoplancton puede verse en casi todos los mares del mundo, dando lugar a su característico color verdoso. Como se ha visto, los alimentos para los organismos que pueblan el mar forman una cadena, y como el fitoplancton es el extremo inferior de dicha cadena, su presencia es un buen indicador de la abundancia de la vida marina. El instrumental MERIS ha sido diseñado especialmente para detectar sutiles cambios del color de los océanos, lo que permite estimar la concentración de pigmentación debido a la clorofila.

El MERIS, conjuntamente con otros sensores como los Sea WIFS y el MODIS permitirán hacer una evaluación de la cantidad de fitoplancton disponible en cada zona, y cuánta materia prima hay disponible para el proceso de la fotosíntesis. Esta evaluación es fundamental para el desarrollo de un mejor conocimiento del ciclo del carbono y del clima global como así también para una estimación de la salud del ecosistema marino.

ALARMA TEMPRANA SOBRE LA REPRODUCCION ANOMALA DEL FITOPLANCTON.

En ciertas condiciones el fitoplancton marino puede reproducirse con tal rapidez que da lugar a la formación de manchas (blooms) densamente coloreadas sobre el mar. Por cuanto este crecimiento explosivo toma gran cantidad de nutrientes del mar, particularmente el oxígeno disuelto en el

agua, puede producir serios problemas en los lugares en los que se realizan viveros de peces enjaulados. La situación hace que los peces puedan asfixiarse al no poder huir hacia zonas más oxigenadas.

En otros casos ciertos tipos de algas producen toxinas muy potentes que pueden dar lugar a la producción de peces tóxicos peligrosos para la industria pesquera.

Hay un reconocimiento general que está produciendo un empeoramiento de esta situación de crecimiento anómalo del fitoplancton debido a diversas causas. La detección temprana de que está ocurriendo esta situación es fundamental para los hacendados marinos. El MERIS puede proporcionar información casi en tiempo real (tres horas después de captar la información). Esto permite realizar la evaluación de la concentración de fitoplancton, incluyendo la presencia de manchas y las zonas afectadas, que, combinada con la evaluación de la temperatura en la superficie del mar, las corrientes marinas y los vientos, es esencial para comprender los factores que influyen el comienzo y la evolución de las manchas y para proporcionar las alarmas tempranas a la zona pesquera afectada. Los recursos pesqueros del mar durante milenios fueron fuentes esenciales de alimentos y como consecuencia de ello han dado lugar a un intenso comercio marítimo. Estos recursos durante mucho tiempo fueron considerados inagotables.

Sin embargo, la continua demanda de alimentos marinos por una población humana rápidamente creciente ha conducido a una declinación de la población ictícola de las especies explotadas. Puede agregarse a esto que se presume que el cambio climático global provocará cambios significativos en los océanos debido a las alteraciones de la temperatura, las lluvias, los vientos y el nivel del mar con resultados impactantes sobre el sistema actual. Estos impactos seguramente van a modificar la producción y la distribución de los recursos marinos en todos los océanos.

El sistema de observación del color de los océanos de MERIS con los de otros parámetros geofísicos como ser las corrientes oceánicas (AATSR) pueden realizar mediciones iniciales tendientes a mejorar la concentración de la biomasa y la producción biológica.

EL SENSOR SEA WIFS.

Los otros parámetros referidos se obtienen del sensor denominado Sea Wiewing Wide Field-of-view Sensor (Sea WIFS) que proporciona información cuantitativa de las propiedades bio-ópticas de la Tierra a la comunidad científica. El sistema Sea WIFS opera transportado por el satélite Sea Star como parte de su carga útil.

Ya me he referido a la importancia de determinar la concentración de fitoplancton por la coloración de las aguas. Pero el color y concentración que reciben los sensores del MERIS resultan muy modificados por los otros parámetros geofísicos y ésta es precisamente la utilidad de la información que provee el sensor Sea WIFS. Deben tenerse en cuenta que la corrección de la influencia de la atmósfera es muy grande, por cuanto solamente el 5% de la luz que "ve" el MERIS es el reflejado de adentro del océano ("radiación emergente de las aguas").

El sensor proporciona tres tipos de imágenes utilizadas en oceanografía:

- a) imágenes de la altura de las olas;
- b) imágenes del color del océano y
- c) imágenes de la temperatura de la superficie del mar.

Las imágenes sobre la altura de las olas, y también de la altura de la superficie del mar se miden por altimetría utilizándose las técnicas de radar.

AC. PRESIDENTE: El Académico Lavezzo puede actuar como moderador ante las preguntas que puedan surgir.

AC. DOMINGUEZ: Quisiera agregar a la exposición hecha por el señor Académico Ciancaglini, y como información complementaria a la que él tan claramente nos expuso, la del uso de satélites para el control de la pesca. En cierto modo los pescadores utilizan la información de temperatura de la superficie del mar para ubicar las distintas especies y de esa manera dar indicaciones a los buques pesqueros para que naveguen hacia las zonas donde ellos quieran pescar esas especies. Por otro lado, en el caso de la Argentina existe el Sistema MONPESAT que permite que los buques pesqueros propios emitan señales de posicionamiento de cada pesquero a través de satélites de telecomunicaciones que son concentrados en centros de operación de la Prefectura y de la Armada y de esa manera, saber dónde ellos se encuentran. Así se verifica que no se hallen en zonas de veda fijadas en base a información del INIDEP. Esa información es complementaria a la información obtenida con satélites de radar de apertura sintética, que permite ubicar todos los buques que se hallan en el Mar Argentino, en las zonas de pesca cercanas a las 200 millas y dentro de la zona económica exclusiva, todos los blancos con la diferencia que entre los autorizados y no autorizados se determinan cuáles son los pesqueros furtivos. Para ubicar las posiciones en el mar de los buques poteros (que iluminan el mar con poderosas luces que atraen a los calamares hacia la superficie), se usa un sistema desarrollado por el Servicio Naval de Investigación y Desarrollo de Informática (SENID) que permite ubicar los blancos en el mar en función, por ejemplo, de las luces sobre el territorio argentino; eso permite posicionar

cada potero en el mar y actuar en consecuencia. El satélite argentino SAC-C, tiene en su carga útil un sensor de alta sensibilidad lumínica que permite captar desde 700 Km. de altura la luz emitida por cada potero y ubicarlos en el mar. De esta manera se puede vectorear los buques que se dedican al control de la pesca. El satélite SAC-D que va a ser construído y lanzado al espacio en los próximos años por gestión de la CONAE (a través de un convenio con la NASA), tiene un sensor para determinar la salinidad del mar a escala global. Mediante su uso se dispondrá de información importante a agregar a la ya disponible gracias a otros satélites que obtienen información del mar. Por ahora la información de pesca se transmite a la CONAE y centros de operación y se piensa en ubicar una segunda estación en Tierra del Fuego para tener cobertura de todo el Mar Argentino y también de la Antártida.

AC. LAVEZZO: Mezclando un poco lo que dijo el Académico Domínguez y el Académico Ciancaglini respecto a los satélites de los que expuso; ¿se trata de acuerdos mundiales o son específicamente americanos o europeos?

AC. CIANCAGLINI: En general se hacen convenios; cuando nuestra CONAE quiere bajar información proveniente de satélites de la Unión Europea hace convenios y, como cuestan plata, se hacen permanentes reajustes. En el caso de nuestros propios satélites somos nosotros quienes cobramos a los demás. Se trata de un servicio que, cuando se lo tiene en el país, es de una importancia enorme para la agricultura, para determinar ríos subterráneos, etc.; es un avance muy grande y la CONAE pudo seguir adelante en la forma que lo ha hecho porque tuvieron el cuidado de hacer una política de estado a muchos años vista. Es así como se cumple a pesar de las dificultades económicas y además no se discute de lo que se tiene que estar haciendo. Eso, para el caso de los satélites, es de enorme importancia. En este momento el GPS (Sistema de Posicionamiento Global por satélites) fue originado para fines bélicos y es por ello que la Unión Europea está haciendo un sistema complementario pero más amplio (el Sistema Galileo), o sea que vamos a tener más resoluciones, más independencia y precisión de información y absolutamente desligado de toda actividad bélica.

AC. DOMINGUEZ: Esto ocurre porque durante la guerra del Golfo Pérsico, la información del sistema Navstar-GPS de los Estados Unidos fue degradada en su precisión y con ello se afectó a toda la navegación, no sólo marítima sino también aérea, en todo el globo. La razón fue evitar que los irakíes pudieran usar ese mismo sistema en contra de las fuerzas aliadas. Entonces esa afectación en los europeos llevó a que la Agencia Espacial Europea

pensara en un sistema propio y de uso pacífico, diferenciable de otros como los que tenía la Unión Soviética (que ahora tiene Rusia) llamado GLONASS y el antes mencionado NAVSTAR-GPS, que se originaron en las necesidades de posicionamiento de los submarinos nucleares norteamericanos y soviéticos durante la Guerra Fría. Ahora se busca complementar sistemas de aterrizaje aéreo con precisión y dar lugar a múltiples aplicaciones pacíficas en todo el mundo.

AC. CIANCAGLINI: Quiero agregar que este sistema europeo que se está desarrollando es mucho más amplio, no sólo indica la posición sino va a servir para la navegación aérea, para no esperar cerca del aeropuerto y coordinar los transportes de tierra, río, mar, etc. de manera que no se produzcan pérdidas de tiempo. Se trata de un sistema de coordinación que va a producir una economía. Esto será así en la Argentina porque uno de los problemas más serios que tenemos, es que estamos lejos de los países que pueden utilizar nuestros productos. Esto requiere coordinar el transporte y se va a poder facilitar con este recurso satelital. Yo personalmente he pedido al Presidente de la CONAE que trate de entrar en esos estudios para formar parte de ese sistema, ser partícipe no de los resultados sino de su realización. Creo que la CONAE está en condiciones de hacer aportes.

La Argentina hizo una presentación de un proyecto de los futuros satélites SAOCOM, con radar de apertura sintética, ante gente de la NASA y va a participar con los italianos en una constelación que permitirá barrer simultáneamente todo el globo. Es así como, cuando se produce un incendio o se rompe un dique, por ejemplo, se lo detecta inmediatamente. Este satélite ya está proyectado; es notable cómo se encuentra gente en el país que está dispuesta a trabajar seriamente a pesar de todas las dificultades que tenemos.

AC. DOMINGUEZ: La constelación a que se refiere el Académico fue desarrollada por los italianos en base a una Constelación Greensat que había iniciado Sudáfrica, y que se la prohibieron en su desarrollo en épocas del "apartheid". Se apunta a disponer de 7 satélites con radar de apertura sintética, que sumados a los de los dos satélites nuestros, los SAOCOM 1 y 2 que se lanzarán a partir del 2004, van a conformar una constelación de 9 satélites con órbita inclinada que brindarán información cada 12 horas sobre cualquier punto de la Tierra. Es una información multitemporal con una repetición bastante considerable, cosa que no se logra con los satélites con radar de apertura sintética que usamos actualmente. A veces hay que esperar más de 20 días para una tener una imagen de un lugar determinado.

AC. PUIGGROS: Qué importante a los fines del desarrollo de una positiva globalización; y subrayo la palabra positiva.

AC. DOMINGUEZ: La NASA desarrolla un proyecto de 24 satélites llamados EO, de observación de la tierra; el primero fue lanzado junto con el SAC-C argentino y formó parte, junto con el mismo y los satélites LANDSAT 7 y TERRA de la llamada "Constelación del Amanecer". Esos cuatro satélites constituyen la primera constelación de observación de la Tierra y son lanzados y operados según un convenio formalizado entre la agencia espacial norteamericana, la NASA, y nuestra agencia espacial.

AC. CIANCAGLINI: Tengo un video completo del momento que se puso en órbita el SAC-C; fue transmitido directamente desde la base de lanzamiento.

AC. PRESIDENTE: Quiero referirme a que es sumamente interesante la exposición, enriquecedora y le estamos muy agradecidos. Les recuerdo que la próxima reunión es de renovación de autoridades.
Sin otro particular, se levanta la reunión.