EL MAR

VIII

El desarrollo de las investigaciones marinas en Cuba comienza, prácticamente, con el triunfo de la Revolución, en enero de 1959. En una primera etapa estas investigaciones se orientaron hacia tres objetivos fundamentales: establecer las características oceanográficas de la plataforma, como premisa para la realización posterior de estudios particulares de acuerdo con objetivos más concretos; apoyar el impetuoso desarrollo de la extracción pesquera y ofrecer la información y el asesoramiento oceanográfico necesarios para el desarrollo industrial, turístico, minero y de otras ramas de la economía mediante investigaciones orientadas a la solución de problemas específicos.

En estos momentos es posible ofrecer algunas de las principales características hidrológicas e hidroquímicas de las aguas de la plataforma y zonas oceánicas adyacentes, de la distribución y composición de los sedimentos superficiales en la plataforma, de las peculiaridades de su geomorfología y de la distribución y composición cualitativa y cuantitativa de la fauna y flora marinas. Esta información constituye un elemento fundamental para la gran diversidad de actividades relacionadas con el desarrollo socioeconómico del país, cuyo carácter insular se encuentra estrechamente vinculado al mar que le rodea. Por otra parte, el conocimiento alcanzado sirve de base para establecer patrones de calidad ambiental y promover medidas concretas para la protección del medio marino.

Las características generales de la distribución superficial de la temperatura, la salinidad y la concentración de fosfatos y de oxígeno disuelto, así como de la circulación de las aguas durante dos períodos anuales, el invierno y el verano, representado por los trimestres enero-febrero-marzo y julio-agosto-septiembre, muestran que los factores oceanográficos mencionados resultan menos variables en el mar Caribe que en el Golfo de México.

Las grandes zonas de afloramiento que existen frente a la costa noreste de Venezuela y en el borde de la plataforma sureste de la península de la Florida presentan una mayor actividad superficial en el invierno. Sin embargo, los sistemas más pequeños, tales como los del extremo sureste de la isla de Cuba y el del este de la plataforma de Yucatán y de la de Nicaragua, aparecen con una mayor frecuencia en los meses de verano.

El análisis de la circulación muestra que en el Caribe existe un movimiento general de las aguas hacia el noroeste, las cuales penetran en el Golfo de México a través del Canal de Yucatán y salen al Atlántico Norte por el Estrecho de la Florida con el nombre de Corriente de la Florida, que posteriormente se denominará Corriente del Golfo. En todos los estrechos y pasos del extremo sur del Arco Antillano las corrientes son fuertes, especialmente entre las islas Barbados y Trinidad-Tobago, en la costa de Venezuela, así como en el Estrecho de la Florida. Se puede considerar, de forma general, que en todo el Mediterráneo Americano se mueven corrientes con velocidades apreciables.

El Archipiélago Cubano está rodeado por las aguas del Océano Atlántico, el Mar Caribe y el Golfo de México. Su plataforma se encuentra dividida en cuatro regiones, asociadas a las grandes cuencas de los Golfos de Batabanó, Ana María-Guacanayabo y Guanahacabibes, así como al Archipiélago Sabana-Camagüey. Estas regiones se denominan, respectivamente, plataforma suroccidental, suroriental, noroccidental y nororiental, encontrándose separadas entre sí por superficies estrechas y poco profundas, que no forman parte de ella. La plataforma cubana tiene una serie de particularidades que la diferencian de una plataforma clásica. Una de ellas es la profundidad, que presenta valores promedio de 6 a 7 m en la región más extensa del Golfo de Batabanó y de 20 a 25 m en la plataforma suroriental, mientras que sólo en zonas aisladas se registran valores comprendidos entre 50 y 70 m. Otra característica es la elevación arrecifal presente en su borde externo, el cual se encuentra limitado en general por un relieve vertical que corresponde al talud insular. La existencia de bahías y golfos que penetran mucho en tierra firme, así como la presencia de deltas en la mayoría de los ríos, hacen que la línea costera de Cuba sea sinuosa e irregular. Contribuye a este hecho la gran cantidad de cayos que bordean los acuatorios de las zonas de plataforma más ancha, contrario a lo que ocurre en los sectores abiertos expuestos al embate directo del oleaje.

El relieve de las costas se caracteriza por la diversidad de su morfología y coincide con los tipos de litorales cuyas formas positivas reflejan acontecimientos antiguos y procesos recientes formadores de arrecifes. Como en otras zonas tropicales, en la formación y geomorfología de estas zonas litorales se observa la interacción de factores tales como el oleaje, las corrientes, los procesos biogénicos (formadores de arrecife) y la abrasión química. Los sectores abiertos del litoral con plataformas estrechas, como la costa norte de La Habana-Matanzas y la de Punta Maisí, presentan una morfología típica con superficies aterrazadas y barras antiguas aplanadas, las cuales deben su origen a procesos abrasivos o abrasivo-acumulativos.

Los litorales con plataformas anchas corresponden a costas acumulativas biogénicas (de manglar) y a las formadas por la presencia de deltas de río, las que se observan en la costa norte de las provincias centrales, en la costa sur de Pinar del Río, La Habana y Matanzas, así como en la costa suroriental comprendida entre Casilda y Cabo Cruz.

La amplia distribución de las costas de acumulación biogénica en el litoral se debe en gran medida a la existencia de cayos y arrecifes en el borde de la plataforma, los cuales crean condiciones particulares en el régimen hidrológico de las macrolagunas. En los sectores del litoral que poseen montañas y alturas diseccionadas se han desarrollado costas poco transformadas por el mar. Sus rasgos morfológicos se encuentran condicionados a la actividad tectónica y al efecto erosivo de los ríos, donde por lo regular se forman barras y terrazas acumulativas. Casos de este tipo se presentan al sur de la Sierra Maestra y del Escambray, así como en la costa norte de las provincias orientales. Las formas esculturales antiguas del relieve costero están relacionadas con el traslado del material suelto a lo largo de la costa o perpendicularmente a la misma. Mientras, las formas acumulativas actuales de la zona costera en los sectores abiertos del litoral están representadas, en general, por playas arenosas, y en ocasiones por cantos rodados, como ocurre en la costa sur de las provincias orientales. El material arenoso de la inmensa mayoría de las formas acumulativas es de origen marino, entrando en su composición poco material aluvial o proveniente de la terraza baja «seboruco». En las zonas costeras de las lagunas, donde predomina el traslado transversal de los sedimentos marinos se hallan muy desarrolladas las barras, terrazas estrechas y playas acumulativas que con frecuencia lindan con sectores abrasivos. La distribución de las formas antiguas carbonatadas debe su origen a los procesos químicos. La distribución horizontal de la superfice de las terrazas y la formación de las caletas estrechas y a veces sinuosas se encuentran relacionadas con los procesos abrasivo-cársicos.

La composición litológica de los depósitos de la plataforma tiene una formación específica relacionada con el conjunto de factores abióticos típicos de las zonas tropicales. Entre éstos se encuentran: las particularidades morfológicas de su constitución geológica, las características de las fuentes de alimentación del material sedimentario, las condiciones de transporte del material terrígeno, la influencia de las masas de agua oceánica en la sedimentación, el clima, los procesos hidrodinámicos, etc. En la composición general de los sedimentos predominan los carbonatados. El proceso de carbonatación se debe a la deposición del material biogénico proveniente de algas calcáreas, corales y moluscos, así como a la acumulación, por decantación, de sustancias químicas o químico-biológicas carbonatadas disueltas en el agua.

Las particularidades morfológicas de la plataforma influyen, en primera instancia, en la formación de los distintos tipos de sedimentos recientes que cubren los fondos de los grandes acuatorios que circundan la isla. También ejercen su influencia las características de la transportación del material terrígeno, los procesos hidrodinámicos y la entrada de las masas de agua oceánica en la plataforma. Esto hace que la composición granulométrica general de los sedimentos actuales posea una considerable diversidad facial, que se observa tanto en las diferentes regiones como dentro de cada una de ellas en particular.

De forma general se puede afirmar que los sedimentos de la plataforma están constituidos, fundamentalmente, por fangos de grano fino, como los existentes en los Golfos de Guanahacabibes, Batabanó y Ana María, por sedimentos arcillosos de composición uniforme, característicos del Golfo de Guacanayabo y gran parte de las bahías de bolsa, y por sedimentos de grano grueso, principalmente arenosos, ubicados en los bordes de la plataforma y regiones localizadas, donde el material fragmentario desempeña un papel principal.

Las corrientes marinas en la plataforma se originan, fundamentalmente, como consecuencia de la acción del viento y la marea, aunque pueden existir otras contribuciones de relativa menor importancia. Las corrientes así generadas resultan afectadas por la topografía del fondo, la configuración de la línea costera y la presencia de obstáculos naturales como cayos e islas. También debe señalarse la influencia que, en determinadas condiciones dinámicas, pueden ejercer las corrientes existentes en la región oceánica adyacente. Un ejemplo de esto lo encontramos en la región noroccidental de la plataforma, donde la rama inferior del giro anticiclónico situado al norte de dicha región penetra eventualmente en la plataforma insular. A pesar de que la amplitud de la marea en las costas cubanas es pequeña, como se verá posteriomente, las corrientes asociadas a este fenómeno alcanzan valores considerables. En los canales de entrada de las típicas bahías de bolsa y en las pasas entre cayos, por ejemplo, resulta riesgosa la navegación debido a las elevadas velocidades que alcanzan en ellas las corrientes de marea. Como un ejemplo ilustrativo, baste decir que en julio de 1976, en el canal de entrada de la bahía de Nuevitas, se registraron velocidades de corriente de hasta 125 $cm \cdot s^{-1}$.

En líneas generales puede decirse que la circulación de las aguas sobre la plataforma responde al régimen de vientos imperante en la región, por ello su característica fundamental lo constituye la presencia de componentes hacia el Oeste.

Como es de todos conocido, la superficie real del océano no permanece en reposo, sino que cambia constantemente su posición bajo la influencia de muchas fuerzas variables, entre las que se hallan las generadoras de la marea. Estas deben su origen a las diferentes posiciones que ocupan la Luna y el Sol respecto a la Tierra y provocan los movimientos de ascenso y descenso periódicos que se observan en la superficie del mar, los cuales constituyen propiamente el fenómeno de la marea. Conocer el valor de todos los parámetros de la marea en cada localidad tiene una gran importancia no sólo desde el punto de vista de la seguridad marítima, sino también por su gran aplicación a construcciones costeras, a trabajos hidrográficos y a la determinación de planos de referencia confiables desde el punto de vista geodésico.

Se denomina pleamar al nivel máximo alcanzado por la superficie durante un período de variación de marea y bajamar al nivel mínimo registrado durante ese mismo período. La amplitud de la marea en una localidad se define como la diferencia entre el promedio de las pleamares y el de las bajamares allí ocurridas. Este factor fluctúa a nivel mundial entre límites bastante amplios; en ello influyen, de forma considerable, las llamadas condiciones de contorno del lugar, tales como la configuración de la costa y la topografía del fondo, entre otras. En el caso del Archipiélago Cubano, la amplitud promedio de la marea es relativamente pequeña, ya que no sobrepasa un metro. En la costa norte este parámetro aumenta hacia el Este, alcanzándose los mayores valores entre Isabela de Sagua y Baracoa, sin exceder de 70 cm. En la costa sur, la amplitud promedio fluctúa alrededor de los 22 cm desde Cabo San Antonio hasta Tunas de Zaza y a lo largo del borde exterior de la plataforma suroriental, hasta llegar a las inmediaciones de Chivirico, localidad situada al sur de la Sierra Maestra. A partir de este punto, el factor analizado experimenta un ligero aumento hacia el Este, sin sobrepasar los 45 cm. En el Golfo de Batabanó, desde el talud de la plataforma hacia la costa, la onda de marea sufre una considerable disminución y tiene sólo 11 cm de amplitud promedio en la localidad costera de igual nombre. Sin embargo, en los Golfos de Ana María y Guacanayabo, la marea se amplifica y regulariza a medida que avanzamos del borde de la plataforma hacia el interior, alcanzando su mayor valor en Manzanillo, con 49 cm.

La curva real que describe la variación del nivel del mar por efecto de la marea puede representarse como la suma de una serie de oscilaciones armónicas simples que también se denominan componentes armónicos de la marea y cuyas amplitudes y fases son características de cada localidad. De acuerdo al período que presenten, estos componentes armónicos se clasifican como de corto período (semidiurnos y diurnos) y de largo período (quincenales, mensuales, semestrales y anuales). Se identifican mediante nombres que hacen referencia al astro al cual están asociados y también al fenómeno físico que representen. Existen tres armónicos cuyas amplitudes se emplean para establecer el carácter de la marea (C). Ellos son la onda lunar principal semidiurna M_2, la lunar principal diurna O_1 y la lunisolar declinacional diurna K_1. En dependencia del valor que alcance el coeficiente «C», las mareas se clasifican en:

— Mareas semidiurnas: en las cuales $0<C<0,5$. Se caracterizan por presentar dos pleamares y dos bajamares cada día y su período medio es igual a 12 horas 25 minutos. La curva de las variaciones del nivel tiene un carácter sinusoidal casi perfecto. En la costa norte este tipo de marea ocurre de Isabela de Sagua a Paredón Grande, en Puerto Padre y Bahía de Nipe. En la costa sur ocurren mareas semidiurnas en Manzanillo, el interior de la Bahía de Cienfuegos y la región occidental del Golfo de Ana María.

— Mareas diurnas: en las cuales $C>4,0$. Presentan una pleamar y una bajamar cada día y su período es igual a 24 horas 50 minutos. En ningún lugar de las costas cubanas ocurre este tipo de marea.

— Mareas mixtas: las cuales en el transcurso de una quincena varían su período de semidiurno a diurno y viceversa, sufriendo una modificación cíclica en las alturas de pleamares y bajamares. Si durante la quincena en cuestión, prevalece el período semidiurno, la marea se dice que tiene carácter mixto semidiurno y $0,5<C<2,0$. Este es el tipo de marea que predomina en las costas cubanas. En Gibara, Banes y Levisa el cociente «C» alcanza valores entre 0,51 y 0,52, por lo cual la marea prácticamente se encuentra en el límite entre semidiurna pura y mixta semidiurna. Cuando ocurre con mayor frecuencia el período diurno, la marea se denomina mixta diurna y $2,0<C<4,0$. Mareas con este carácter sólo ocurren en la costa noroccidental, específicamente entre Los Arroyos y Bahía Honda, debido a la influencia de la marea de carácter diurno del Golfo de México. Junto a las costas de Batabanó, las oscilaciones de la superficie del mar están determinadas, en gran medida, por la acción del viento, debido a la escasa amplitud de marea que allí se presenta; es por ello que se dice que la marea en esta localidad es de tipo meteorológico.

Debido a las grandes variaciones que sufre el nivel del mar, para estudiarlo es más conveniente utilizar sus valores promedio. Se denomina nivel medio del mar a la magnitud obtenida como resultado de promediar los valores de altura registrados cada hora en una localidad sobre un intervalo de tiempo determinado. En dependencia del lapso en que se promedia se distinguen, entre otros, el nivel medio mensual, el nivel medio anual y el nivel medio de muchos años. En las costas cubanas, la marcha anual del nivel medio mensual está determinada por el valor que tengan las alturas de las componentes de largo período solar anual (Sa) y solar semianual (Ssa); estos armónicos alcanzan en nuestras aguas valores comparables a los de la onda lunar principal semidiurna M_2 y conforman una resultante con período igual a un año. En general, esta resultante presenta sus valores mínimos en los primeros meses del año y los máximos alrededor del mes de octubre. Mientras que en la costa norte su amplitud total aumenta gradualmente hacia el Este de forma sostenida, en la costa sur ocurre una disminución de este parámetro desde Casilda hasta Cabo Cruz. El nivel medio anual calculado a partir de las observaciones de marea realizadas en la estación Siboney fluctúa respecto al valor del nivel medio del mar de veinte años (1966-86) obtenido en la misma estación. Este último se encuentra a 7,5 cm por encima del cero geodésico vigente en el país. Se mantiene funcionando una red de mareógrafos que permiten registrar, de forma permanente, las variaciones del nivel del mar en las costas y anualmente se publican los pronósticos del comportamiento de la marea en todas aquellas localidades donde el tráfico marítimo así lo justifique, a fin de disminuir los riesgos que conlleva la navegación en estas zonas.

En relación al régimen hidrológico, el estudio de la distribución espacial y temporal de la temperatura, la salinidad y la concentración de fosfatos y silicatos en las aguas, en las dos extensas regiones meridionales de la plataforma y en la situada al Noroeste de la isla muestra que la mezcla vertical de las aguas en estas áreas es muy eficiente. La amplitud de la variación térmica anual es notoriamente mayor en la plataforma que en el mar adyacente; durante los meses más cálidos, la temperatura media alcanza alrededor de 30 grados celsius (°C), y durante los más fríos unos 23-24 °C. En la franja fronteriza que limita con el océano se observa una variación gradual de la temperatura como resultado de los procesos de intercambio entre ambos medios. Esta «faja de gradientes» sufre un relativo ensanchamiento durante el invierno debido a que el efecto de las mareas en la renovación de las aguas de la plataforma se intensifica. La salinidad de las aguas de la plataforma, además de depender de la evaporación, la precipitación o los procesos dinámicos, se halla especialmente supeditada al régimen de escurrimiento por la costa y a la intensidad del intercambio con el mar abierto. Las salinidades más elevadas se registran, como norma, al final del período anual de seca (marzo y abril). En las áreas donde el efecto de la evaporación es el predominante, los valores pueden aproximarse al 30‰, como ocurre en la zona situada frente a la costa norte del Golfo de Ana María. El tenor más bajo de salinidad corresponde al período anual de lluvias y se detecta principalmente entre julio y octubre. El Golfo de Batabanó es el que presenta, en mayor proporción, valores por debajo de 35‰, lo cual responde al profundo efecto del escurrimiento sobre el tenor salino de la zona. La distribución horizontal de la salinidad refleja una variación de 2 a 3‰ como mínimo, excepto en la región situada al noroeste de Cuba, donde la amplitud no excede de 1‰ debido, fundamentalmente, a un intercambio más eficiente con el mar abierto.

Las concentraciones de fosfatos y silicatos en las aguas de la plataforma son, en términos generales, del orden de los 0,2-0,3 $at.\mu g.l^{-1}$ y 5-10 $at.\mu g.l^{-1}$, respectivamente, superando de forma moderada las existentes en el estrato superficial de la región oceánica, que es pobre en elementos biogénicos. Durante la época de lluvias, en las áreas costeras aledañas a la desembocadura de los ríos principales, así como en las porciones litorales, las concentraciones de dichos nutrientes se elevan, llegando en algunas partes a alcanzar unos 0,5-0,6 $at.\mu g.l^{-1}$ de fósforo y 20-30 $at.\mu g.l^{-1}$ de silicatos, que son valores propios de aguas fértiles. No obstante, durante la época de seca este incremento de los nutrientes es limitado y en algunos casos no se registra aumento alguno.

La región noreste de la plataforma cubana, que se distingue de las otras por presentar un denso cordón de cayos que la divide longitudinalmente en dos franjas, muestra ciertas particularidades respecto a sus condiciones de temperatura, salinidad y concentración de nutrientes. La franja exterior, abierta al océano y notablemente estrecha, no experimenta variaciones espacio-temporales acusadas por dichos factores, y, en general, refleja unas condiciones hidrológicas similares a las del estrato superficial del mar abierto adyacente, cerca de 25 °C en invierno y 20 °C en verano; y una salinidad de 36,0-36,5‰; 0,1-0,2 $at.\mu g.l^{-1}$ de fosfatos y 5 $at.\mu g.l^{-1}$ de silicatos durante el ciclo anual completo. La franja interior de la región noreste está constituida por pequeños acuatorios de escasa profundidad (2 a 3 m como promedio, en muchos casos), que se encuentran separados unos de otros por bancales e isletas. Dichos acuatorios reflejan unas condiciones hidrológicas propias de lagunas costeras de renovación limitada, lo cual se manifiesta en la considerable amplitud que adquieren en ellos las variaciones, tanto espaciales como temporales, de los factores físico-químicos. Los valores extremos absolutos arrojados por la salinidad y los nutrientes en las áreas litorales de los acuatorios interiores son, durante la época de seca, del orden de 43‰ de sales; 0,4 $at.\mu g.l^{-1}$ de fósforo y 12 $at.\mu g.l^{-1}$ de silicatos; los correspondientes a la época de lluvias alcanzan, respectivamente, unos 20‰; 1,2 $at.\mu g.l^{-1}$ y 53 $at.\mu g.l^{-1}$. Otra característica de esas áreas litorales de los acuatorios es que, durante la época de lluvias, los períodos de calma en el régimen de vientos propician la estratificación de la columna de agua. Frente a la desembocadura de los ríos, la amplitud de la variación vertical de la temperatura, la salinidad y los nutrientes pueden alcanzar, respectivamente, cerca de 1,5 °C; 0,3 $at.\mu g.l^{-1}$ y 15 $at.\mu g.l^{-1}$. Es de destacar que las características hidroquímicas generales señaladas con respecto a las aguas de nuestra plataforma presentan una variabilidad considerable, debido fundamentalmente al efecto de las fluctuaciones meteorológicas y a las alteraciones que experimentan el régimen normal de precipitaciones y el de escurrimiento.

En cuanto a los organismos vivos que habitan las aguas marinas, tenemos a los que forman la comunidad conocida como plancton, el cual se define como el conjunto de organismos vegetales (fitoplancton) y animales (zooplancton) que por su nula o escasa movilidad viven a la deriva en las aguas. Los organismos planctónicos, si bien poseen tallas muy diversas, son en su gran mayoría microscópicos. Por su distribución, el plancton puede agruparse en nerítico y oceánico. El primero es aquel que habita en las aguas poco profundas de la plataforma y el segundo es el que se encuentra en las aguas más alejadas de la costa. Por su permanencia en el plancton, los organismos se clasifican en holoplanctónicos o permanentes y meroplanctónicos o temporales. Forman parte del meroplancton los estadios larvales de diferentes grupos de invertebrados (langostas, camarones, moluscos, etc.) y peces.

El plancton lo utilizan una gran variedad de organismos como fuente fundamental de alimento, de ahí la importancia que reviste su estudio. Su abundancia presenta una marcada variación estacional en las zonas templadas y frías, en contraste con las regiones tropicales, donde no suelen ocurrir cambios temporales tan significativos. En este sentido, las escasas variaciones de este factor observadas en las aguas de la plataforma cubana tienen un carácter esporádico y local y obedecen a causas de diversos orígenes. El plancton y las partículas orgánicas inanimadas en suspensión constituyen el seston, que es objeto también de las investigaciones planctonológicas. Por lo general, en las regiones costeras el seston está compuesto, fundamentalmente, por detrito. Esta materia orgánica muerta es consumida y descompuesta, principalmente, por las bacterias y hongos, proceso que condiciona el ritmo y el tiempo de reincorporación de las sustancias abióticas a utilizar por los productores primarios de los ecosistemas.

Los copépodos constituyen, como regla general, el grupo zoológico más numeroso e importante de la comunidad planctónica. El estudio de su abundancia relativa, así como de la distribución e identificación de las especies que habitan las aguas adyacentes al Archipiélago, presenta especial interés porque gran parte de las larvas y juveniles de organismos de interés comercial las utilizan como alimento. La distribución de los copépodos planctónicos en una región depende, en gran medida, de las condiciones hidrológicas imperantes y también de fenómenos estacionales y locales. De esta forma, el Golfo de México presenta mayores densidades que el mar Caribe por recibir un gran aporte de aguas fluviales. Este hecho, unido al afloramiento de aguas profundas frente al Banco de Campeche, contribuye a la fertilización de las aguas de la región y determina su alta productividad biológica.

Al igual que las masas de agua, los fondos marinos también están poblados de numerosos animales y plantas, que constituyen la fauna y la flora bentónica. El zoobentos está integrado por los animales bentónicos, y de acuerdo a su tamaño se divide en: microbentos, organismos microscópicos que miden menos de 0,1 mm; meiobentos, compuesto por los pequeños organismos cuyas dimensiones varían entre 0,1 y 1 mm; macrobentos, formado por los animales visibles a simple vista, con tamaños entre 1 mm y 10 cm; y el megabentos, que comprende organismos que miden más de 10 cm. De acuerdo a su disposición en el sustrato, al cual están íntimamente ligados, el zoobentos se divide en dos categorías: la epifauna, compuesta por los animales que viven sobre el fondo, y la infauna, referida a los individuos que penetran el sustrato y se entierran en él, formando en ocasiones complicadas galerías. Desde el punto de vista de su movilidad, esta fauna bentónica puede ser vágil, si tiene facultades para moverse libremente sobre o dentro de los sedimentos, y sésil, si se encuentra fija de forma permanente a éstos.

La mayor parte de los grupos zoológicos forman parte del zoobentos; así tenemos el caso de los protozoos, animales unicelulares, representados por los foraminíferos, muy abundantes en los fondos arenosos y que desempeñan un papel importante en la formación de los sedimentos marinos; las esponjas, que constituyen el grupo más primitivo dentro de los organismos pluricelulares; los corales, organismos coloniales, principales constructores de los arrecifes que rodean nuestra plataforma, y numerosos gusanos marinos como los nemátodos, nemertineos y anélidos. Formando parte de estos últimos se encuentran los poliquetos, relativamente poco conocidos, pero importantes por su abundancia y diversidad de formas en todos los tipos de fondo. También integran el zoobentos los moluscos, uno de los grupos más populares y conocidos por sus conchas de variados colores y formas; los crustáceos, a los que pertenecen grupos de gran importancia económica como los cangrejos, la langosta y los camarones; los equinodermos, donde se ubican animales tan familiares como los erizos y la estrella de mar, y, finalmente, las ascídeas, animales sésiles llamados comúnmente jeringuillas de mar, pertenecientes a los cordados, el grupo más evolucionado dentro de los invertebrados.

Las mayores densidades de organismos bentónicos aparecen, en general, en los fondos que poseen vegetación más abundante. En los lugares costeros donde existe aporte de agua dulce se observan bajas densidades, sobre todo en la época de lluvia, debido a que la disminución de la salinidad en el ambiente se traduce en un decremento de la abundancia numérica. Las grandes extensiones de arena fangosa desprovistas de vegetación también presentan, como rasgo común, bajas densidades. Otro factor que caracteriza la abundancia de un lugar determinado es la biomasa ($g \cdot m^{-2}$), la cual depende, en mayor medida, de la talla y estructura orgánica de los organismos presentes que de los factores ecológicos que influyen en la densidad. De esta forma, en las localidades donde aparezcan moluscos, equinodermos y crustáceos, la biomasa tendrá un valor más elevado que en los lugares donde dominen los nemátodos, poliquetos y otros vermes.

Entre los vegetales bentónicos o fitobentos se encuentran desde plantas superiores que han colonizado el mar, como la hierba de tortuga o seiba *(Thalassia testudinum)*, la cual cubre grandes extensiones en las plataformas insulares del Mar Caribe y el Golfo de México, denominadas seibadales; hasta las pequeñísimas diatomeas bentónicas, visibles solamente con la ayuda del microscopio y que se encuentran adheridas a los granos de sedimentos, y a otros vegetales, animales y objetos sumergidos. Al bentos también pertenecen los innumerables organismos sésiles que forman las hermosas barreras coralinas que rodean nuestra Isla. El Archipiélago Cubano, integrado por varios miles de islas, islotes y cayuelos, se encuentra sobre una plataforma totalmente rodeada de arrecifes de coral. Estos arrecifes presentan diferentes formas que están en dependencia de la geomorfología de la plataforma, de manera que podemos encontrar tres tipos diferentes de construcciones coralinas: arrecife de barrera, arrecife costero y arrecife de fondo blando. Los primeros generalmente se encuentran separados de la costa por un canal o laguna, los segundos suelen desarrollarse desde las mismas costas de las islas o los cayuelos y los terceros aparecen en aguas interiores.

Los arrecifes de barrera y costeros son los más importantes de nuestra plataforma. Presentan diferentes estructuras que pueden variar tanto en distancia como en profundidad y disposición de las diferentes zonas que lo integran, lo que hace de ellos estructuras muy complejas. Se caracteriza por presentar la estructura denominada «meseta del arrecife». Detrás de ésta se encuentran zonas tales como la laguna y la zona trasera, y delante, la zona de embate y la pendiente exterior del arrecife. El arrecife costero es más sencillo, carece de meseta y de las estructuras que le acompañan en la parte superficial del arrecife. El crecimiento coralino aparece desde la propia orilla, aumentando hasta alcanzar la pendiente exterior, donde aparecen las mismas estructuras para ambos tipos de arrecife. La pendiente externa del arrecife generalmente está dividida en: terraza coralina, arrecife frontal, talud de arrecife frontal y arrecife frontal profundo, aunque no siempre están conformados por las mismas estructuras. El arrecife de fondo blando carece de una configuración definida, aunque suelen presentar forma de montículos. Estos arrecifes se encuentran poco estudiados.

La ictiofauna cubana está representada por 778 especies de peces, reportadas hasta 1986. De ellas, unas 550 habitan en la plataforma durante todo su ciclo de vida o parte de él, alrededor de 40 viven en las aguas profundas del talud y aproximadamente 160 habitan o pasan en sus migraciones por las aguas oceánicas que rodean al archipiélago. Predominan, por el número de especies y la abundancia relativa de éstas, las pertenecientes al orden perciformes, entre las que se encuentran las de mayor importancia pesquera, como los pargos, meros y jureles. Unas 150 especies están representadas en las pesquerías comerciales, aunque no más de 50 de ellas tienen realmente alguna importancia.

Alrededor de 300 especies de peces habitan los arrecifes coralinos, pero en cada comunidad raramente se encuentran más de 60 de ellas. La mayor diversidad se observa en las mesetas arrecifales, entre cuyas comunidades predominan, por su biomasa, los peces herbívoros de las familias *Acanthuridae* (barberos) y *Scaridae* (loros), aunque las *Pomacentridae* (chopitas) son más abundantes por su número. Estas y otras especies carnívoras de pequeña talla, como los parches, carajuelos, isabelitas, roncos, meros, pargos, jureles, etc., contribuyen sustancialmente a conformar la gran belleza y el colorido del paisaje arrecifal, considerado como uno de los de mayor valor estético en la naturaleza.

Las comunidades de peces que habitan entre las raíces de los manglares que festonean los miles de islas, cayos y cayuelos asentados cerca del borde de la plataforma insular se encuentran, por lo general, formadas por muchas de las especies presentes en las mesetas arrecifales. La integran, además, un grupo de especies típicas del manglar, como las sardinas y manjúas, las cuales predominan por su número, aunque por su biomasa son más importantes los pargos y roncos. En los manglares de las zonas estuarinas, sin embargo, se encuentra la ictiofauna típica de las lagunas costeras, caracterizada por su gran tolerancia a las cambiantes condiciones de ese medio. Entre las más frecuentes pueden mencionarse los pataos y las mojarras *(Gerridae)*, las lisas *(Mugilidae)*, las corvinas *(Scianidae)*, los róbalos *(Centropomidae)* y una especie introducida hace algunos años en las aguas interiores y que en poco tiempo colonizó las lagunas costeras de la plataforma sureste, donde ya es predominante la tilapia *(Oreochromis aureus)*. Debido a la carencia de refugios en los seibadales y arenales que cubren grandes extensiones de la plataforma, en estos biotopos habitan de forma permanente un grupo de especies de pequeña talla, muchas de las cuales por el día se esconden en el sedimento, familias *Batrachoididae, Clinidae, Gobiidae, Ophichthydae,* o entre la vegetación del fondo, de forma que no son visibles a sus depredadores. No obstante, en los arrecifes de parche, conocidos como «cabezos», que se encuentran diseminados en los seibadales y arenales de la plataforma, se encuentran las más grandes concentraciones de peces (desde 0,2 hasta 5 $kg \cdot m^{-2}$ de superficie arrecifal). El mantenimiento de tan altos niveles de biomasa íctica es posible gracias a que la mayoría de los peces que habitan los cabezos se alimentan de noche en los extensos seibadales que los rodean, y que constituyen una rica base alimentaria para los peces. Aquí se encuentran representadas las mismas especies que en las mesetas arrecifales, pero en diferente proporción y con menor diversidad. Predominan en ese biotopo los roncos *(Haemulidae)* y los pargos *(Lutjanidae)*. En este complejo de arrecifes y seibadales se realizan las principales pesquerías, no sólo de peces, sino, además de la langosta *(Panulirus argus)*, que constituye el principal recurso pesquero de Cuba. En los seibadales donde son poco abundantes los cabezos, los pescadores ubican refugios artificiales conocidos como «pesqueros», que se emplean extensivamente para la captura de langostas y peces. La ictiofauna en estas estructuras es generalmente menos diversa que la de los arrecifes y manglares, pero su biomasa y densidad son muy superiores: como promedio 15 kg o 150 individuos por metro cuadrado de superficie de refugio. Los pesqueros construidos con ramas de mangle son los preferidos por los peces neríticos, aunque por su corta duración (8 a 12 meses) es necesario sustituirlos cada año; por ello, usualmente se ubican conjuntamente con otro pesquero, armado con neumáticos o estructuras metálicas desechadas. Este último mantiene unida la comunidad de peces durante el período de deterioro del refugio de mangle. Los refugios utilizados para la pesca de la langosta, construidos con troncos de palma jata, mangle negro y otros arbustos (y más recientemente con planchas de fibrocemento), constituyen actualmente la base de las pesquerías de esta especie.

En términos generales, los refugios artificiales conforman un importante elemento potencial para el incremento de la productividad biológica de la plataforma mediante una utilización científica dirigida. El acelerado desarrollo de la industria, la pesca, el turismo, así como de otras ramas de la economía, determinan la necesidad de incrementar sustancialmente nuestros esfuerzos para alcanzar el nivel de conocimientos requerido sobre los mares que rodean el Archipiélago Cubano. Las investigaciones deben dar respuesta a múltiples problemas de orden aplicado y de interés científico, a fin de contribuir al desarrollo integral de la economía y al bienestar de nuestro pueblo creador.