Hidroacústica y krill

Ing. Mariano Gutiérrez Torero[1]

Antes de que el Perú iniciara sus actividades antárticas, en 1988, fue el estudio de un pequeño crustáceo, denominado krill *por los pescadores noruegos, el que concitó la mayor atención de la comunidad científica, debido a que su considerable abundancia lo convierte en el primer eslabón de la cadena trófica de la fauna antártica. Desde entonces ha sido objeto de estudio por parte de especialistas de diversas disciplinas, siendo una de ellas la hidroacústica, con la cual se determinó su distribución geográfica y se calculó su biomasa por medios hidroacústicos durante las expediciones peruanas ANTAR I, II, III y IX.*

El término *hidroacústica* es un término extraño para la mayoría de personas y, sin embargo, es una rama de la física que se rige por leyes que de una u otra manera percibimos en nuestra vida diaria por medio de sucesos que podemos denominar *fenómenos*.

Cuando nos encontramos en una habitación vacía y levantamos la voz escuchamos una repetición de nuestras palabras casi de inmediato; esto es, se habrá producido una reflexión del sonido que hemos emitido. A este fenómeno lo conocemos como *eco*.

Cuando escuchamos el ruido provocado por un avión percibimos un sonido de *tono*[2] al que denominamos *grave*; sin embargo, cuando el avión se acerca notamos que el tono se vuelve agudo, para volver a hacerse grave cuando el aeroplano se vuelve a alejar. Lo que ha ocurrido es que este fenómeno al que se le denomina *efecto dop-*

---

(1) Instituto del Mar del Perú

(2) El tono representa, en realidad, la frecuencia sonora. Así, los tonos agudos son altas frecuencias mientras que los graves son bajas frecuencias considerando el espectro audible del sonido en humanos, que va desde los 20 hasta los 20,000 hertzios.

pler provoca que las ondas sonoras del ruido del avión se acorten debido a que la longitud de onda original se reduce porque la fuente propalante se está acercando a nosotros, y, recíprocamente, se alargue cuando tal fuente se aleja.

Estos fenómenos, que nos son tan familiares, además de otros, y que obedecen a las leyes de la física, son aplicados en la acústica subacuática o *hidroacústica*. Ésta tiene múltiples aplicaciones científicas; entre ellas, la determinación o evaluación de la biomasa de recursos marinos, es decir, que podemos tener una idea bastante aproximada de la cantidad, en unidades de peso o masa (en kilogramos o toneladas), de la abundancia de una determinada especie en un área dada.

Los equipos utilizados para detectar cuerpos u objetos sumergidos (*blancos*) reciben la denominación de *sistemas sonar*. El más común de ellos es la *ecosonda*, de la cual existen diversos tipos. Ésta consiste de un transmisor-receptor, un registrador y un *transductor*; este último es el elemento clave por cuanto es el que posee la propiedad de convertir un pulso eléctrico en acústico, es decir, actúa como parlante, y está ubicado generalmente en la parte más baja de una embarcación y orientado hacia abajo. Para detectar *blancos*, el transmisor emite un pulso de muy corta duración (usualmente milésimas de segundo o *milisegundos*) que viaja hasta el transductor con una frecuencia y amplitud que serán análogamente convertidas en sonido por el transductor; el sonido viaja hacia las profundidades en una dirección normal a la del plano ocupado por la cara radiante del transductor a una velocidad, en el agua de mar, de alrededor de cinco veces mayor que en el aire (±1500 m/s) formando un tren de ondas o *lóbulo* de forma de cono. Si este *lóbulo* en su camino tropieza con un *blanco* se producirá un eco cuya intensidad dependerá no sólo de la energía irradiada originalmente sino también de la capacidad de dicho objeto para reflejar el sonido.

Las prospecciones acústicas suelen realizarse a una velocidad de 10 nudos (18.5 km/h), estando todo el tiempo en funcionamiento el equipo hidroacústico. Nótese, en esta gráfica la representación del haz acústico de una ecosonda.

Inmediatamente después de que la ecosonda produce un pulso sonoro se inicia un periodo de *escucha*, es decir, que la ecosonda permanecerá en espera del arribo de algún eco durante unos cuantos cientos de milisegundos; es durante este lapso cuando se espera que los ecos arriben al transductor golpéandolo, lo que produce un pulso eléctrico de frecuencia y amplitud proporcionales a la de la onda de eco; es decir, que durante el periodo de *escucha* el transductor habrá funcionado como *micrófono*. Este pulso de retorno es, en las modernas ecosondas, convertido a su arribo en digital de manera de evitar que la amplitud de la señal aumente artificialmente por efecto del ruido inherente a los circuitos electrónicos, mientras que la energía que perdió por efectos de la dispersión geométrica del sonido será restituida gracias a un dispositivo denominado *TVG* (time varied gain) o *ganancia cronovariable* que tiene la capacidad de cronometrar el tiempo transcurrido desde que el pulso es emitido y hasta que un eco es recepcionado. Se obtendrá así en el registrador un gráfico denominado *ecograma* en el cual se aprecian marcas o *ecotrazos* presentados a escala y que son proporcionales a los *blancos detectados*, tanto en in-

tensidad como en distancia (profundidad).

Las modernas ecosondas científicas tienen un costo muy alto. Son verdaderas computadoras y deben ser operadas por personal especializado.

Existe otro equipo utilizado en hidroacústica cuya finalidad es la de estimar la biomasa de especies acuáticas y al que se le denomina *ecointegrador,* el cual, como su nombre lo indica, cumple la función de sumar las magnitudes de los ecos que se detectan a lo largo de un determinado intervalo o distancia cuando la embarcación está en movimiento.

Krill (Euphausia superba)

En el caso del krill, que es un eufáusido de pequeño tamaño[3] , la capacidad de detectarlo acústicamente depende de sus características corporales y de otros factores relacionados con su comportamiento y aun, en este caso, hay diferencias entre cada una de las seis especies de krill antártico (*E. superba, E. triacantha, E. crystalorophias, E. pacífica, E. frigida* y *Thysanoessa macrura*).

Se les considera entre las especies más abundantes del planeta, las cuales, en conjunto, podrían superar los 500 millones de toneladas. Por la importancia que tiene dentro de la cadena ecológica antártica y debido a que es un recurso fácilmente explotable, se realizaron, durante la década de los 80, diversos experimentos con diversas metodologías, incluyendo, principalmente la hidroacústica, con la finalidad de evaluar su biomasa y el impacto de la pesca sobre éstas[4] .

Desde el punto de vista exclusivamente hidroacústico, y con la finalidad de determinar la biomasa de krill, se utilizan ecuaciones basadas en la longitud o peso promedio de los individuos capturados en una faena de pesca y en los valores ecointegrados durante la prospección; las frecuencias sonoras que usualmente se utilizan en evaluación acústica corresponden a 38 y 120 khz.

Existen, sin embargo, algunos problemas relativos a la longitud de onda de la frecuencia sonora empleada, ya que el krill tiene un rango de tallas cuya longitud se asemeja a la longitud de onda de 38 khz, por ejemplo, lo cual lo hace indetectable; lo mismo ocurre para 120 khz pero en menor medida aunque esta frecuencia tiene menor alcance (alrededor de 200 m)... y el krill se distribuye hasta los 400 m. En la actualidad se vienen desarrollando diversos experimentos tecnológicos con la finalidad de superar este inconveniente.

Una última dificultad que sí está en manos de la comunidad científica internacional es aquélla relacionada con la cobertura de los muestreos de evaluación que

---

(3) El krill puede crecer hasta seis centímetros y vivir más de cinco años. El más abundante y estudiado es E. superba.

(4) Los experimentos, de carácter internacional, fueron los denominados FIBEX y SIBEX (First, Second International Biomass Experiment). En 1897 se estableció el BIOMASS (Biological Research on Antarctic Marine System and his Stocks).

algunas naciones hacen casi siempre de forma independiente y cuya área de ejecución siempre es pequeña; por lo que nunca ha sido posible comprobar, científicamente, la magnitud real de la población de krill. Las prospecciones que una nación puede hacer son de un radio de acción muy limitado, por lo que se requiere que los países que cuenten con la tecnología e instrumentación adecuadas participen, simultáneamente, en un nuevo experimento de evaluación del krill de manera de poder cubrir las históricamente principales áreas de distribución del krill. Para ello sería ideal que se incorporen a este experimento metodologías de estudio de las relaciones predador-presa, como aquellas relativas a los avistamientos de aves y mamíferos, además de aquellas concernientes a la oceanografía y a las comunidades planctónicas, de manera de adquirir una visión muy clara del ecosistema dependiente del krill.

Afortunadamente, la iniciativa para esto se encuentra ya en marcha. El Comité Científico para la Investigación Antártica (SCAR) se ha fijado una fecha para el siguiente experimento internacional que, se espera, cuente con el concurso de muchas naciones durante el verano austral de 1999. El estado actual del conocimiento hidroacústico en relación con el krill, aun con sus limitaciones, seguramente volverá a mostrar que es un muestreador muy conveniente. El Perú, pionero de los estudios hidroacústicos en Latinoamérica, se encuentra en la capacidad de respaldar efectivamente este esfuerzo internacional en bien de la Antártida.