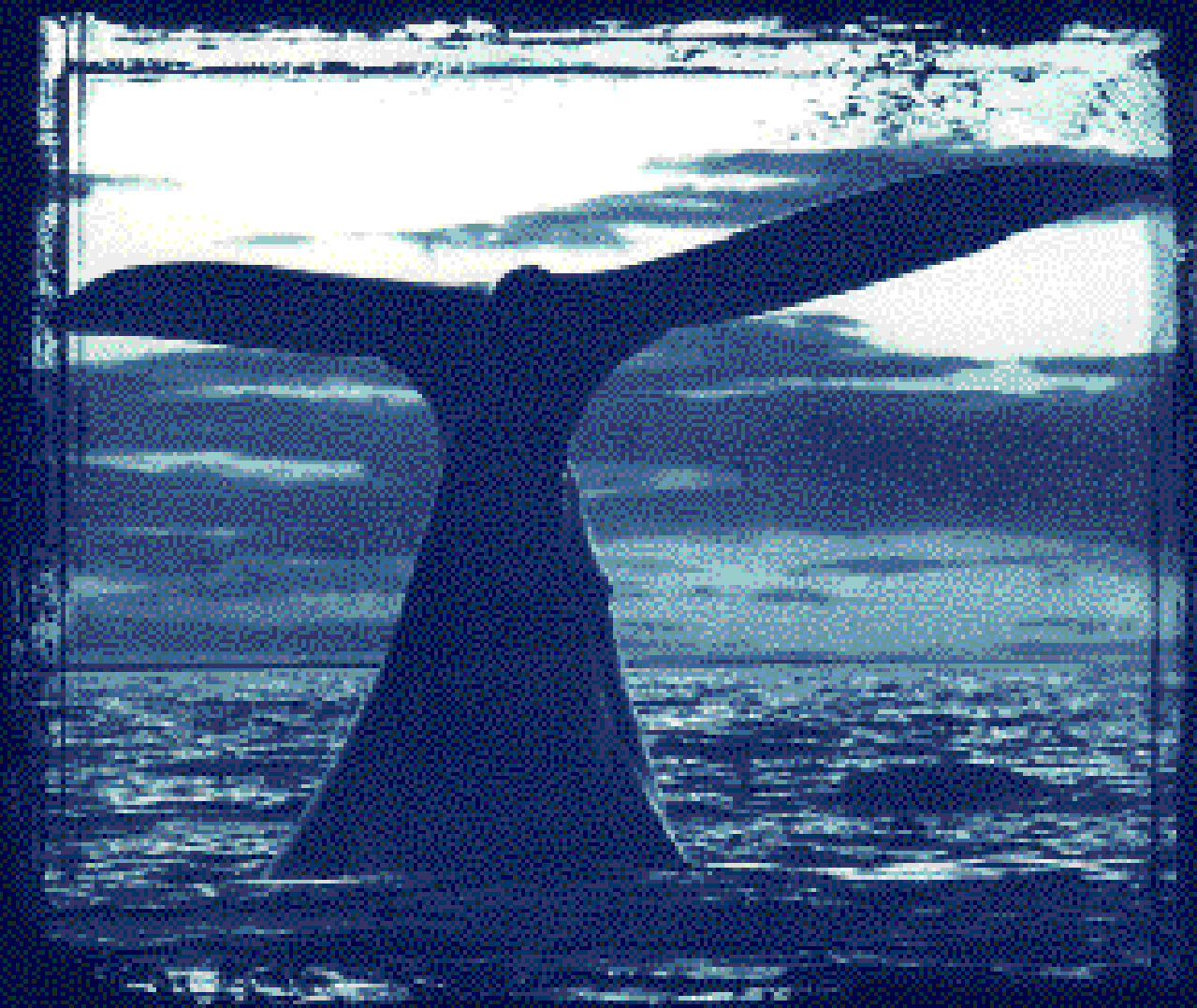


# BALLENAS



Cuaderno de actividades

# Índice de contenidos

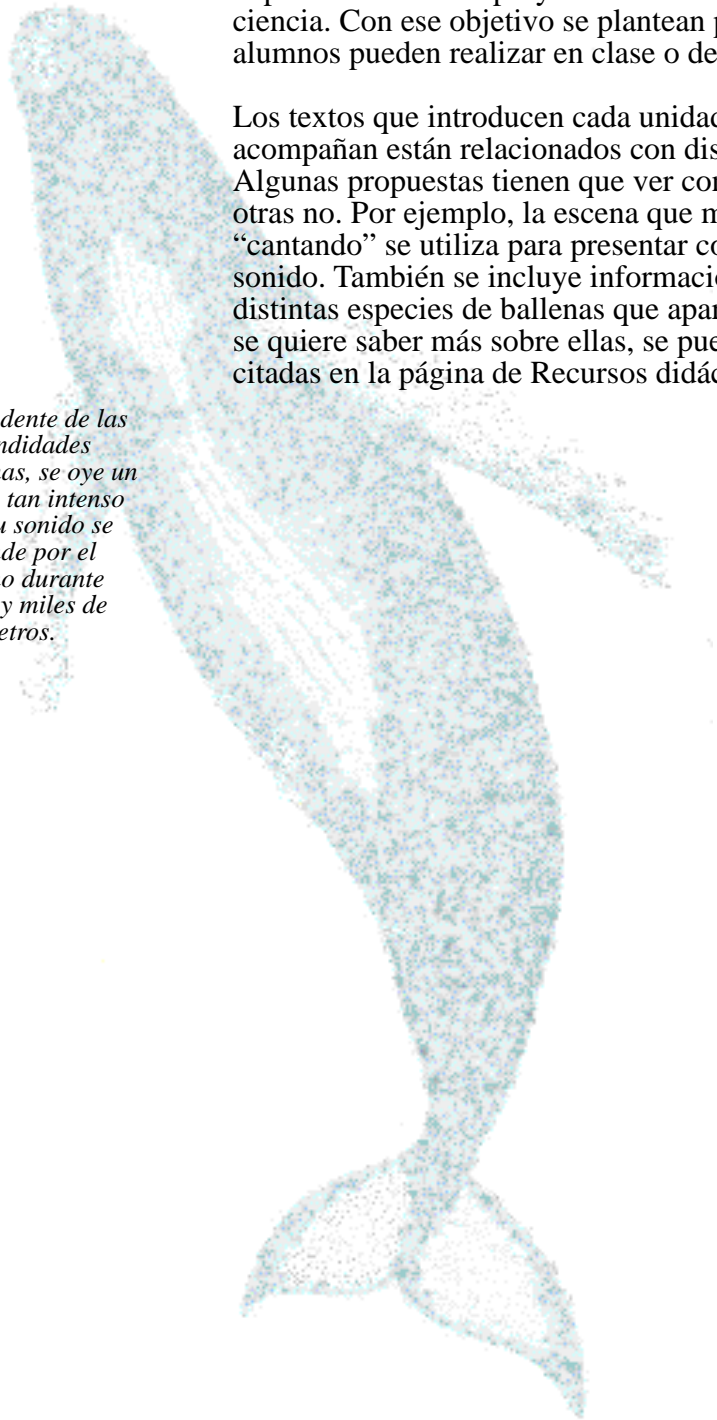
<b>Introducción</b> .....	2
<b>Escenas</b> .....	3
<b>Los protagonistas</b> .....	4
Orca .....	5
Ballena jorobada .....	6
Ballena austral .....	7
Ballena azul .....	8
<b>Unidad 1</b>	
<b>El ojo de la ballena</b> .....	9
<b>Actividades</b>	
Espejito, espejito .....	11
Descomposición de la luz .....	12
Fuego en el agua .....	13
<b>Unidad 2</b>	
<b>El canto de la ballena jorobada</b> .....	14
<b>Actividades</b>	
Graves y agudos .....	15
Aguas ruidosas .....	16
Sensaciones sonoras .....	17
Sonido saltarín .....	18
<b>Unidad 3</b>	
<b>Nadando con las ballenas</b> .....	19
<b>Actividades</b>	
Identifica ballenas .....	20
La ballena más grande .....	21
Descubre al personaje .....	22
<b>Recursos didácticos</b> .....	23

# Introducción

Este cuaderno de actividades para el profesor sugiere cómo utilizar la película *Ballenas* proyectada en la Domus para enseñar y aprender ciencia. Con ese objetivo se plantean propuestas de trabajo que los alumnos pueden realizar en clase o de forma individual.

Los textos que introducen cada unidad y las actividades que los acompañan están relacionados con distintas escenas de la película. Algunas propuestas tienen que ver con la biología de las ballenas y otras no. Por ejemplo, la escena que muestra a una ballena jorobada “cantando” se utiliza para presentar conceptos sobre física del sonido. También se incluye información sobre la biología de las distintas especies de ballenas que aparecen en la película aunque, si se quiere saber más sobre ellas, se pueden consultar las fuentes citadas en la página de Recursos didácticos.

*Procedente de las profundidades marinas, se oye un latido tan intenso que su sonido se extiende por el océano durante miles y miles de kilómetros.*



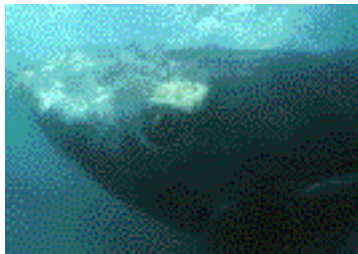
# Escenas

Las siguientes imágenes pertenecen a escenas de la película en gran formato *Ballenas*. A lo largo del cuaderno, cada escena se desarrolla como un tema que explica conceptos científicos

relacionados con las imágenes seleccionadas. A partir de dicha información se propone una serie de actividades sobre los conceptos que se han tratado.

## **Unidad 1** **El ojo de la ballena**

Las actividades propuestas tratan diversos aspectos de la luz:



- Reflexión de las ondas lumínicas
- Refracción de las ondas lumínicas
- Descomposición de la luz visible
- Ilusiones ópticas

## **Unidad 2** **El canto de la ballena jorobada**

Las actividades propuestas están relacionadas con el sonido:



- Frecuencia y tono del sonido
- Contaminación acústica en el mar
- Sensaciones provocadas por el sonido
- Desplazamiento de las ondas sonoras

## **Unidad 3** **Nadando con ballenas**

Las actividades propuestas están relacionadas con la investigación científica:



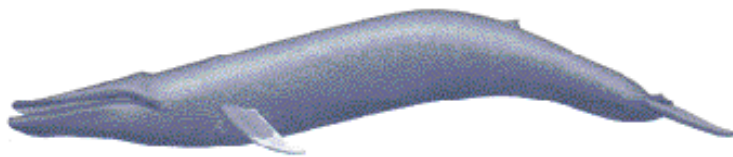
- Identificación de ejemplares
- Observación
- Descripción

# Los protagonistas

## **Ballenas con dientes y ballenas con barbas**

Todas las especies de ballenas que existen en el mundo se dividen en dos categorías: las que poseen dientes, u odontocetos, y las que, a falta de dientes, tienen barbas, y que se conocen como misticetos. De hecho, “odonto” significa diente y “misti” quiere decir barba. Las barbas de los

misticetos son largas láminas córneas flexibles que nacen en el paladar y alcanzan la mandíbula inferior, de ahí su parecido con la barba. Además, los misticetos presentan un espiráculo respiratorio doble, a diferencia de la abertura sencilla característica de las ballenas con dientes.



### **Ballena azul**

*En la película se puede ver cómo el animal más grande de la Tierra se alimenta -a través de sus barbas-, de gambas del tamaño del dedo de un bebé. Por supuesto, se necesitan muchísimas gambas para alimentar a esta ballena que puede llegar a pesar más que ocho autobuses.*



### **Ballena jorobada**

*En la película «Ballenas» se puede disfrutar con los famosos cantos de los machos adultos de la ballena jorobada. Durante más de 20 años la científica Debbie Ferrari ha estudiado en Hawái a las hembras y a las crías de esta especie. Después de abandonar estas islas en primavera, las ballenas jorobadas emigran a Alaska para alimentarse durante todo el verano. En algunas escenas de la película se ve cómo obtienen la comida utilizando sus barbas y creando una especie de red de burbujas en el agua.*

### **Ballena austral**

*Las ballenas australes abundaban en los océanos de todo el mundo pero, en la actualidad, su número se reduce a apenas unos centenares de individuos. Probablemente, el mejor lugar del mundo para observarlas sea la Península de Valdés, en Argentina. El equipo de filmación de «Ballenas», el científico Roger Payne y sus colaboradores se trasladaron a este remoto lugar de la Patagonia para tomar las imágenes de las ballenas australes que aparecen en la película.*



### **Orca**

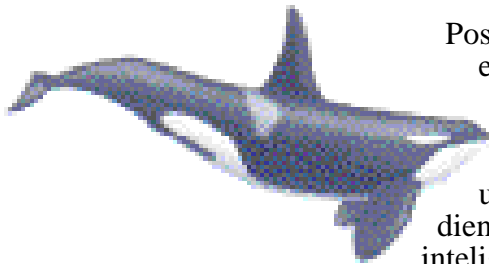
*Las orcas poseen poderosos dientes que utilizan para alimentarse de salmones, leones marinos y hasta de otras especies de ballenas. Estos depredadores viven en grupos y se comunican mediante sonidos complejos.*

# Orca

*La actitud de los hombres hacia las orcas ha cambiado mucho durante los últimos 40 años. Es posible que, desde que las estudiamos en el mar y en los oceanarios, las conozcamos mejor y hayamos comprendido ciertos aspectos de su comportamiento.*

Las orcas son ballenas con dientes, al igual que sus parientes de menor tamaño, los delfines y las marsopas. Los machos pueden llegar a medir hasta nueve metros de longitud y pesar más de ocho toneladas; las hembras, en cambio, miden “sólo” unos siete metros y pesan alrededor de cuatro toneladas.

Estas ballenas resultan inconfundibles, ya que poseen una brillante piel negra con manchas blancas y grises; tienen la barbilla y el cuello blancos, una mancha de ese mismo color sobre los ojos, una especie de “montura” grisácea detrás de la aleta dorsal y el vientre blanco con una mancha característica en los flancos. Todas las orcas poseen una gran aleta dorsal, si bien la de los machos adultos es mucho más grande.



Posiblemente, la orca es el principal depredador del océano. Las armas de que dispone son unos poderosos dientes, una gran inteligencia y una

estructura social que supera incluso a la de los grandes tiburones blancos. Caza presas muy variadas: arenques, salmones, pingüinos, focas, delfines y hasta ballenas de otras especies. Se ha comparado a los grupos de orcas con las manadas de lobos. Ambas especies son mamíferos, forman grupos sociales complejos, se comunican con sonidos propios y son grandes depredadoras que cazan de manera

coordinada y cooperativa. Los grupos de orcas utilizan una amplia gama de vocalizaciones para comunicarse y parece ser que cada familia tiene su propio “dialecto”.

Las orcas son una especie cosmopolita que vive prácticamente en todos los océanos del mundo, desde las frías aguas polares hasta los mares tropicales. Por eso es normal su presencia en las costas atlánticas y cantábricas de la Península Ibérica, e incluso en el litoral mediterráneo. El último avistamiento citado en aguas gallegas tuvo lugar en 1986 en Porto do Son, La Coruña.

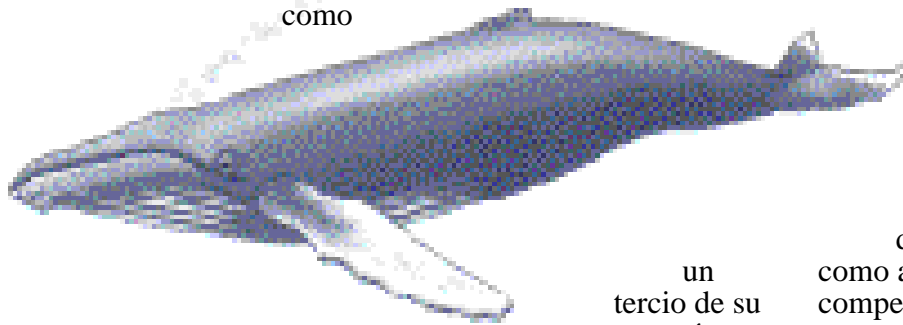
La actitud de los hombres hacia las orcas ha cambiado mucho en las últimas cuatro décadas. En los años 50 y 60 se animó a los pescadores a matar orcas, ya que se creía que eran muy peligrosas para los seres humanos e interferían en la pesca. Hace poco más de diez años, la orca ha sido incluida en la lista de animales a proteger. Desde que se estudian en el mar y en los oceanarios, el hombre se ha dado cuenta de que la orca es un animal muy sociable, capaz de comunicarse y de aprender infinidad de juegos acuáticos. Al observarlas de cerca, se ha conseguido conocerlas mejor y al fin se han comprendido ciertos aspectos de su comportamiento.

**Orca**  
***Orcinus orca***  
**(Odontoceto o ballena con dientes)**

*Las orcas utilizan sus poderosos dientes para alimentarse de salmones, leones marinos y hasta de otras ballenas. Viven en grupos familiares y se comunican mediante sonidos complejos.*

# Ballena jorobada

*A diferencia de algunas ballenas que al sumergirse se deslizan suavemente, la jorobada encorva el lomo, levanta la cola en el aire y luego desaparece bajo la superficie del mar.*



**Ballena jorobada**  
*Megaptera novaengliae*  
(Misticeto o ballena con barbas)

*En «Ballenas» se pueden oír los famosos cantos de los machos adultos. En las aguas de Hawái, la científica Debbie Ferrari ha estudiado durante más de 20 años a las hembras y crías de esta especie. Después de abandonar las islas en primavera, la ballena jorobada emigra a Alaska para alimentarse durante todo el verano.*

Las ballenas jorobadas pertenecen al grupo que incluye a las ballenas con barbas más grandes del mundo, habitualmente conocidas como rorcuales. Este grupo incluye, entre otras especies, a la ballena azul, el rorcual común y el rorcual norteño. Aunque la ballena jorobada es la más robusta del grupo, es uno de los misticetos más ágiles y amante de los juegos. De cuerpo esbelto y aerodinámico, la ballena jorobada es fácilmente reconocible por sus aletas pectorales blancas, tan largas como

un tercio de su cuerpo y más grandes que las de cualquier otra ballena. De ahí el nombre de *Megaptera*, que significa aleta gigante. La ballena jorobada presenta los surcos en el cuello típicos de los rorcuales. Estos surcos se extienden desde la barbilla hasta el vientre y se abren como los pliegues de un acordeón para permitir que el animal llene su boca con grandes cantidades de agua y comida.

En muchas ocasiones los nombres no son de mucha ayuda a la hora de identificar a un animal, pero no es así en el caso de las ballenas jorobadas. Tanto el nombre científico como el común nos proporciona una serie de claves para distinguirlas de otras especies de cetáceos. A diferencia de algunas ballenas que al sumergirse se deslizan suavemente, la jorobada encorva el lomo, levanta la cola en el aire y luego desaparece bajo la superficie del mar. El hábito de extender la cola antes de sumergirse resulta muy útil para los biólogos que estudian a las ballenas, ya que se puede identificar a cada individuo por

las protuberancias, los bordes y las manchas blancas y negras de su aleta caudal.

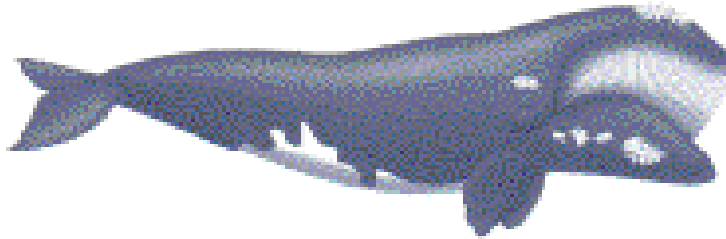
Las ballenas jorobadas son famosas por sus largos, inquietantes y complejos cantos. Aunque carecen de cuerdas vocales, emiten una serie de sonidos modulados, como mugidos, rugidos, silbidos y suspiros. Roger Payne y Scott McVay fueron los primeros en descubrir en 1971 que las ballenas jorobadas cantaban largas y complejas canciones. Y aunque todas las ballenas jorobadas pueden emitir sonidos, sólo los machos cantan. El significado de estas canciones permanece sin desvelar; quizás sirvan como cortejo del macho a la hembra durante la época de celo o como advertencia a otros machos competidores.

Las ballenas jorobadas están presentes en todos los océanos del mundo y efectúan grandes migraciones en grupos de cuatro a doce individuos, siempre en busca de aguas frías en las que hay más abundancia de comida. Por eso pasan la primavera, el verano y los primeros días del otoño en aguas polares, donde se alimentan y apenas presentan actividad reproductora. A finales del otoño se disponen a realizar su largo viaje anual hacia aguas tropicales, donde tiene lugar el cortejo, el apareamiento y el parto.

Existen poblaciones de ballenas jorobadas a ambos lados del océano Pacífico y del Atlántico. En el caso de la población que vive en el Atlántico este, se sabe que migran desde el NO de África hasta Noruega, pasando en su viaje por las costas de la Península Ibérica. Sin embargo, aunque su presencia en nuestro litoral se supone que es regular por la dirección de su ruta migratoria, los avistamientos no son frecuentes. El último registrado en aguas gallegas tuvo lugar en 1976.

# Ballena austral

El cuerpo de la ballena austral es grueso y pesado, con una cabeza que representa un cuarto de la longitud total del animal. Su boca constituye un único y gigantesco filtro, con barbas de dos a tres metros que se encuentran replegadas dentro de la cavidad bucal. Para hacerles hueco, los huesos de la



*Balaena glacialis australis*  
(Misticeto o ballena con barbas)

*Las ballenas australes abundaban en los océanos de todo el mundo pero, en la actualidad, su número se reduce a apenas unos centenares de individuos. Probablemente, el mejor lugar del mundo para observarlas sea la Península de Valdés, en Argentina. El equipo de filmación de «Ballenas», el científico Roger Payne y sus colaboradores se trasladaron a este remoto lugar de la Patagonia para tomar las imágenes de las ballenas australes que aparecen en la película.*

parte superior de la boca están muy arqueados hacia arriba, lo que le confiere un aspecto inconfundible. No presentan aleta dorsal ni los surcos típicos de los rorcuales, pero sí tienen abundantes callosidades originadas por parásitos. La de mayor tamaño, situada delante del doble espiráculo respiratorio, recibe el nombre de “bonete”.

Las ballenas australes pueden alcanzar los 16 metros de largo y 66 toneladas de peso, mientras que las crías recién nacidas miden entre 4,5 y 6 metros. Su piel es negra o marrón oscura, con manchas blancas en el cuello, el vientre y los costados. Ocasionalmente, las crías pueden nacer totalmente blancas, si bien se van oscureciendo con la edad. De hecho, la cría que se ve en la película es de este color.

Como existen dos poblaciones marcadamente diferenciadas de esta ballena, una que habita en el hemisferio norte y otra en el hemisferio sur, los científicos no tenían muy claro si se trataba de la misma especie o de especies distintas. Al no encontrarse diferencias morfológicas suficientes para

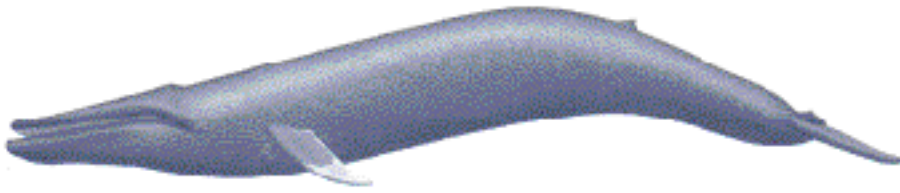
separarlas en dos especies, se ha acordado que la ballena austral (*Balaena glacialis australis*), que habita en el sur, es una subespecie de la ballena vasca (*Balaena glacialis*), que vive en el norte. Parece que la franja de aguas tropicales situada entre los 20° de latitud norte y los 20° de latitud sur constituye una barrera infranqueable para ambas poblaciones de ballenas.

Casi todo lo que sabemos sobre el comportamiento de las ballenas australes ha sido estudiado por el científico Roger Payne y sus colaboradores en la Península de Valdés, en Argentina. Las ballenas australes se dirigen a este punto durante el invierno, llegando en julio a sus aguas abrigadas y poco profundas para aparearse y dar a luz a sus crías. En noviembre se marchan, nadando en dirección sur, hacia la Antártida. Estudios recientes muestran que es probable que se reúnan en determinadas áreas de mar abierto en las que convergen las corrientes y el alimento es abundante. La alimentación de las ballenas australes está especializada, ya que parecen preferir los copépodos (pequeños crustáceos), dejando el krill como segunda opción.

Las ballenas australes fueron muy abundantes en otros tiempos, pero su número se redujo drásticamente a unos centenares debido a la caza masiva de que fueron objeto por la cantidad y calidad de su aceite. Ahora es un especie protegida, tanto en el hemisferio norte como en el sur. La población se recupera muy lentamente, por lo que es muy difícil observarlas. En Galicia, se avistó un ejemplar en 1977, frente a las costas del Cabo Finisterre, siendo ésta la última cita que existe.

# Ballena azul

Las ballenas azules son los animales más grandes que han vivido jamás en el planeta Tierra. Por eso, todo lo que se refiere a ellas es grande. Su corazón tiene el tamaño de un coche pequeño y la sangre que bombea tiene que recorrer casi 30 metros para llegar a la cola del animal. Para



**Ballena azul**  
*Balaenoptera musculus*  
(Misticeto o ballena con barbas)

*En la película se puede ver cómo el animal más grande de la Tierra se alimenta, a través de sus barbas, de gambas del tamaño del dedo de un bebé. Por supuesto, se necesitan muchísimas gambas para alimentar a esta ballena, que puede llegar a pesar más que ocho autobuses.*

idea basta con comparar el peso de un elefante, que ronda las 5 toneladas, con el de una ballena azul, que alcanza como mínimo las 88 toneladas. Cuando nace, una cría de ballena azul mide casi 7 metros. Tras haber sido amamantada por su madre durante 8 meses, medirá unos 15 metros y habrá ganado 90 kg cada día. La madurez sexual se alcanza a los 10 años y los machos son ligeramente más pequeños que las hembras.

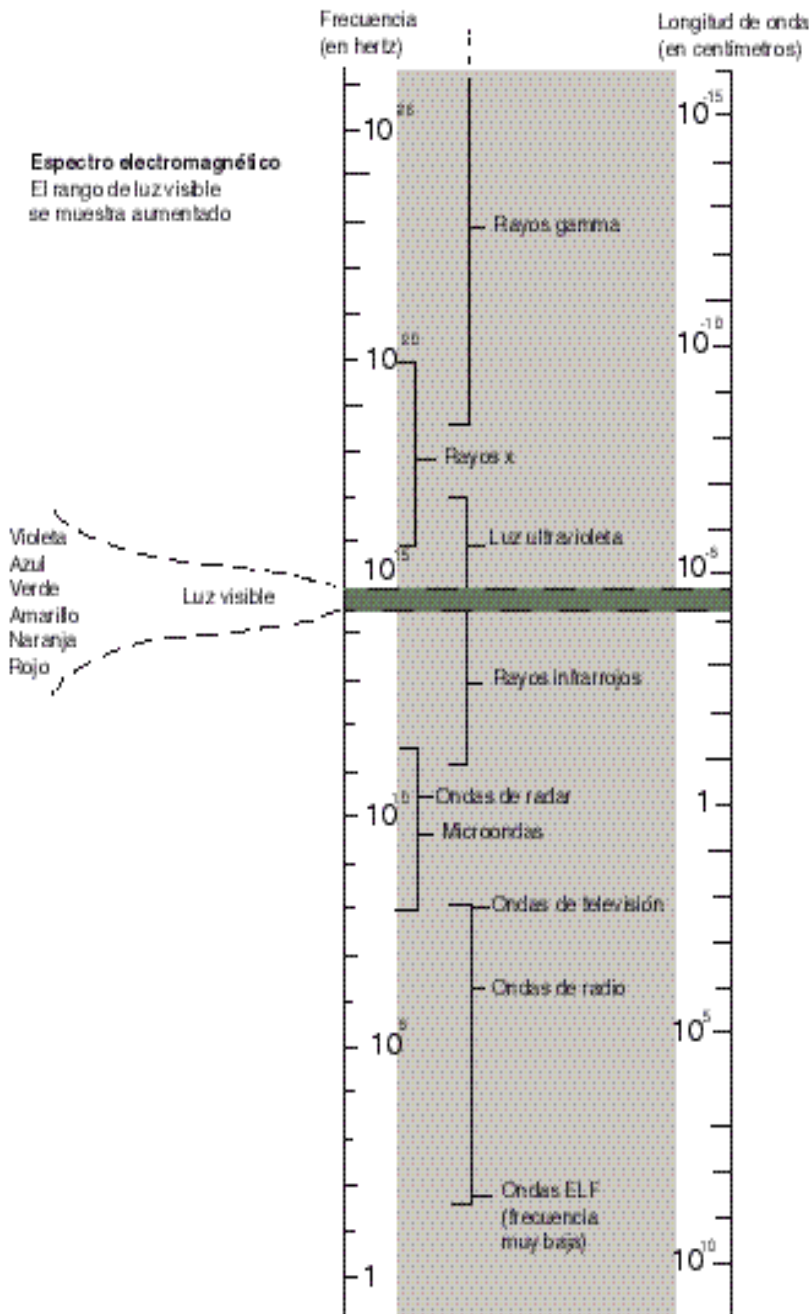
El cuerpo de las ballenas azules es largo y esbelto, con una pequeña aleta dorsal situada muy cerca de la cola. Su color es azul grisáceo, aunque a menudo presenta manchas de color más claro. Las algas diatomeas que suelen acumularse sobre la piel de su vientre, le proporcionan una capa amarillenta.

A pesar de ser tan grandes, las ballenas azules se alimentan fundamentalmente de unos animales del tamaño del dedo de un bebé similares a las gambas y se les conoce con el nombre de krill. Una ballena azul adulta es capaz de devorar hasta

ocho toneladas de krill en un sólo día y se alimenta no muy lejos de la superficie, ya que el krill se concentra a unos 100 metros de profundidad. Aunque ocasionalmente se la puede ver cerca de las costas, la ballena azul es una especie de mar abierto. Esto la diferencia de la ballena jorobada y de la ballena franca, que durante gran parte del año se agrupan en aguas poco profundas cercanas a las costas.

La ballena azul es una especie cosmopolita que habita en todos los mares del mundo, pero su número se ha visto reducido drásticamente por la exhaustiva caza de la que fue objeto. Sin ir más lejos, la población del Atlántico norte contaba originalmente con unos 11.000 ejemplares, de los que hoy apenas deben quedar unos centenares. Actualmente, las ballenas azules están protegidas internacionalmente y su caza está totalmente prohibida. Sin embargo, los análisis de ADN de la carne de ballena que se comercializa en los mercados asiáticos han revelado que aún se vende carne de ballena azul etiquetada como si se tratase de otra especie.

# El ojo de la ballena



Todos los organismos poseen estructuras sensoriales que les proporcionan información sobre el mundo que les rodea. La supervivencia depende, en última instancia, de la capacidad de un animal para interpretar dicha información y reaccionar. La luz es una importante fuente de datos acerca del entorno y casi todos los organismos responden a ella de alguna manera. La mayor parte de los vertebrados (animales con espina dorsal, como los peces, las ranas, las serpientes, los pájaros, las ballenas y los seres humanos) poseen unos órganos perfectamente desarrollados para captar la luz. Se trata de los ojos, cuyo funcionamiento se puede entender mejor si se sabe qué es la luz y cuáles son sus propiedades.

## ¿Qué es la luz?

El espectro electromagnético está formado por un conjunto de radiaciones que se desplazan en forma de ondas por el aire, tal como las olas viajan por la superficie del mar. La mayor parte de este espectro es invisible para el hombre, pero existe un tipo de radiación que sí puede ser captada por el ojo humano. Se trata de la luz visible, que se desplaza en forma de ondas al igual que otras formas de energía, como las ondas de radio, las microondas o las ondas ultravioleta.

Todos los tipos de ondas del espectro electromagnético viajan en el vacío a 300.000 kilómetros por segundo. También lo hace la luz, pero su velocidad se ve afectada por la densidad del material a través del que se desplaza. Ese es el motivo de que viaje más lentamente en el aire, en el agua o al atravesar un cristal.

Cuando la luz del sol interacciona con el agua suspendida en el aire en forma de niebla o lluvia, pueden ocurrir varias cosas. Por un lado, puede

reflejarse y salir en dirección contraria a la que viajaba. Por otro, puede dispersarse, al ser reflejada entre el agua y las partículas de polvo. Y también puede sufrir una refracción al desviarse de su camino cuando pasa de un material transparente a otro.

## Colores

Cada tipo de onda del espectro tiene una longitud diferente. Las de radio y las microondas tienen longitudes de onda relativamente largas, mientras que los rayos X y los gamma las tienen más cortas. Esto también sucede con la luz visible, que es una combinación de distintas longitudes. Y ese es el motivo de que existan los colores, ya que cada longitud de onda es un color distinto.

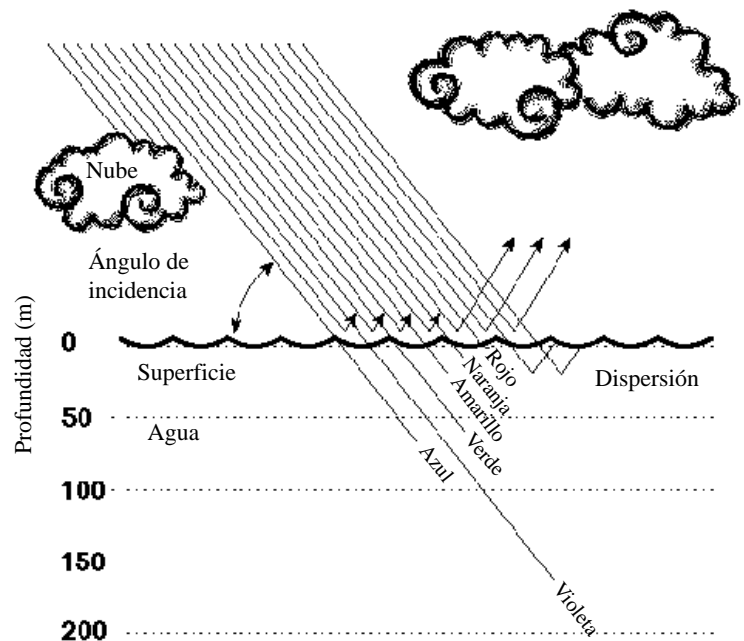
Los haces de luz de distintos colores se desvían (se refractan) en diferentes ángulos. La luz de longitud de onda larga, como la de color rojo, sufre una refracción mayor que la luz de longitud corta, como la de color violeta. Cuando la luz del sol pasa, por ejemplo, a través de un prisma de cristal o de las gotas de lluvia, los diversos colores se refractan y, al desviarse, se separan en la banda multicolor que conocemos como arco iris.

## La luz del sol en el mar

La densidad del agua de mar afecta a la luz mucho más que el aire. La mayor parte de la luz solar que alcanza la superficie del mar es reflejada, mientras que la que consigue penetrar en el agua puede ser dispersada o absorbida. La luz de algunos colores es absorbida más cerca de la superficie que la de otros colores. Por ejemplo, el rojo se absorbe primero, mientras que el azul alcanza mayor profundidad, de ahí que el color del mar sea azulado.

En aguas oscuras la luz es absorbida cerca de la superficie por las partículas en suspensión y por plantas y animales microscópicos; en cambio, en aguas claras, la luz se extiende durante una distancia mucho mayor. Llega un momento en que toda la luz ha sido absorbida y prevalece la oscuridad. Una ballena que nade a 100 metros de profundidad en aguas de Alaska tendrá muy poca visibilidad y dependerá del sonido para percibir el entorno. Sin embargo, a la misma profundidad pero en las claras aguas de Hawaii, una ballena puede percibir el color azul del océano.

Los científicos saben mucho más sobre los ojos de los animales terrestres, como los seres humanos, las ovejas y las vacas, que sobre los ojos de las ballenas y los delfines. Aunque están constituidos básicamente por las mismas partes, los ojos de las ballenas presentan diversas adaptaciones a la vida en el agua. Muchas de ellas están relacionadas con los efectos del agua del mar sobre la luz.



# Espejito, espejito

## Procedimiento

Colocar los dos trozos de espejo boca abajo uno al lado del otro y unirlos con la cinta aislante, como si se tratase de una bisagra. Levantar los espejos y colocarlos uno frente al otro, sobre la cartulina. Hacer coincidir la bisagra con una de las esquinas de la cartulina. Colocar un pequeño objeto sobre la cartulina, entre ambos espejos. Mover los espejos para que formen ángulos diferentes y observar cuántas imágenes se pueden obtener del mismo objeto.

Se pueden marcar previamente algunos ángulos en la cartulina, como por ejemplo  $180^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $36^\circ$  y  $20^\circ$ . Después, hacer coincidir los espejos con cada ángulo. ¿Hay más imágenes con los ángulos mayores o con los menores?

## ¿Qué sucede?

Cuando se coloca un objeto entre dos espejos, la luz de dicho objeto rebota hacia delante y hacia atrás entre los espejos antes de llegar al ojo. Cada vez que la luz rebota en uno de los espejos, se forma una imagen. ¿De qué depende el número final de imágenes?

## Materiales

- Dos trozos de espejo de  $15 \times 15$  centímetros. Se pueden conseguir espejos de plástico cortados a medida en tiendas especializadas. Si se utiliza vidrio, conviene cubrir los bordes con cinta aislante para disminuir el riesgo de accidente.
- Cinta aislante
- Un trozo de cartulina de  $20 \times 20$  centímetros, o más grande
- Un transportador de ángulos
- Un lápiz o un bolígrafo
- Una moneda u otro objeto pequeño



# Descomposición de la luz

## Procedimiento

Llenar el vaso de agua y pegarle la cartulina con el corte. Colocar la hoja de papel junto a una ventana donde dé el sol. A continuación, colocar sobre el papel el vaso con la cartulina. ¿Qué se observa?

## Materiales

- Un vaso o jarra de paredes lisas y transparentes

- Un trozo de cartulina ligeramente más largo que el vaso, con un corte vertical de 1,5

## ¿Qué sucede?

La luz pasa por la abertura de la cartulina y sufre una refracción al atravesar el agua del vaso. La luz con longitud de onda larga, como la roja, se curva más que la que tiene

longitud de onda corta, como la violeta, por lo cual los colores se separan a medida que salen del vaso, proyectándose sobre la hoja de papel.

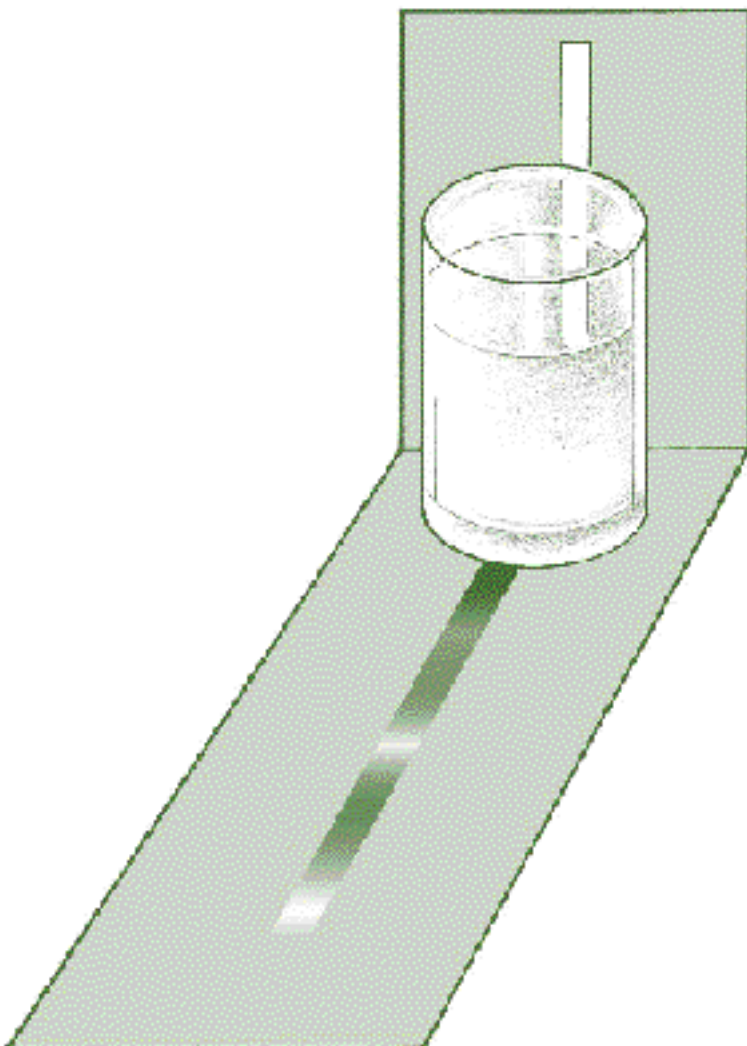
## Otras investigaciones

En lugar de un vaso de agua, utilizar un prisma transparente para dirigir la luz del sol sobre el papel blanco, de tal modo que las ondas luminosas sean refractadas en una gama de colores llamada espectro de color. Se consigue un espectro de mejor calidad si se dirige la luz hacia una hoja de papel que se encuentre en una zona de sombra.

- Utilizar pinturas o lápices de colores para dibujar el espectro de color.

- ¿Cómo refracta la luz un prisma?

- ¿Qué colores tienen las longitudes de onda más largas? ¿Y las más cortas?



# Fuego en el agua

## Materiales

- Un vaso con 3/4 partes de agua
- Una vela, que no sea más alta que el vaso
- Un cristal limpio de unos 13 x 18 centímetros
- Plastilina
- Cerillas o un mechero

## Procedimiento

Colocar sobre una mesa la vela, el cristal y el vaso con agua separados entre sí por unos 15 centímetros, tal como se muestra en el dibujo. El cristal y la vela pueden fijarse con un poco de plastilina.

Situar la cartulina en el borde de la mesa, junto a la persona que realiza el experimento, y fijarla con plastilina. Hay que asegurarse de que bloquea la visión de la vela desde el extremo de la mesa, pero que permite ver el cristal y el vaso.

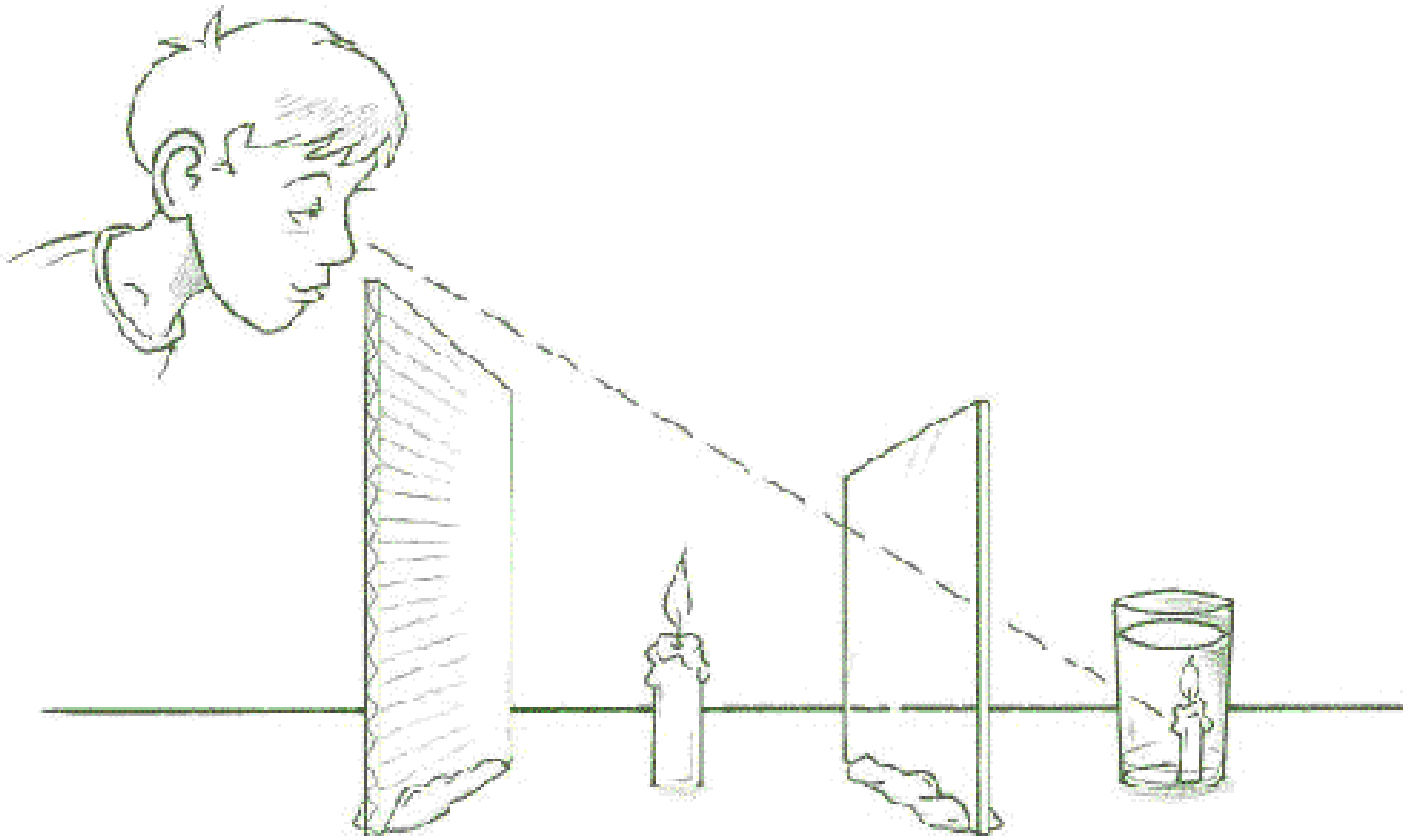
Colocarse en el borde de la mesa y mirar por encima de la cartulina, de tal modo que se observe el vaso a través del cristal, pero no la vela. Otra persona encenderá la vela cuidadosamente. ¿Qué imagen se puede ver dentro del vaso de agua?

En caso de que no se vea nada, ajustar las distancias entre el vaso y la vela hasta que aparezca una imagen.

A continuación se vaciará el vaso y se colocará de nuevo en su sitio. Poco a poco se va llenando de agua. A medida que sube el nivel de agua ¿qué le pasa a la llama de la vela?

## ¿Qué sucede?

En este experimento el cristal actúa como ventana y como espejo. Cuando se mira a través del cristal, se ve el vaso con agua, pero también la reflexión de la vela sobre el mismo. Ambas imágenes se combinan para crear la ilusión de la vela dentro del agua.



# El canto de la ballena jorobada

*Probablemente, los sonidos que emiten las ballenas y los animales que viven a su alrededor siguen siendo los mismos que los que se podían oír hace miles de años. Somos los seres humanos quienes hemos añadido sonidos nuevos al mundo de las ballenas.*

¿Qué oye una ballena jorobada en el mar? ¿Puede una ballena azul escuchar los mensajes enviados por sus congéneres a miles de kilómetros de distancia? A medida que se avanza en las investigaciones, los científicos obtienen respuestas a estas cuestiones. Pero no hay duda de que lo que hoy oyen las ballenas en los océanos difiere enormemente de lo que oían sus tatarabuelos hace un siglo.

Probablemente, los sonidos que emiten las ballenas y los animales que viven a su alrededor siguen siendo los mismos que los que se podían oír hace miles de años. Somos los seres humanos quienes hemos aportado sonidos nuevos al mundo de las ballenas. Algunos de ellos se han añadido de forma intencionada, mientras que otros se originan accidentalmente.

## **El ruido en el mar**

Durante siglos, los seres humanos navegaron con barcos de vela impulsados por el viento. Aunque probablemente las ballenas y delfines percibían su presencia, estas naves eran relativamente tranquilas. Con el tiempo llegó el motor a vapor, el motor eléctrico diesel y el de reacción nuclear. Los ruidos que provocan las hélices de estos motores se transmiten en el agua a largas distancias.

Existen costas visitadas anualmente por las ballenas en las que son muy frecuentes los sonidos de barcos de pasajeros, buques de carga, lanchas motoras y algún que otro submarino. La cuestión es cómo afectan sus sonidos a la vida de las ballenas. Y si resulta que algunos o todos ellos son perjudiciales para estos animales, ¿qué se puede hacer al respecto?

## **Sonidos**

En 1919 se inventó la primera máquina capaz de medir la profundidad del mar utilizando el sonido. El llamado “Rastreador Sónico de Profundidades de Hayes” enviaba el sonido de las olas hacia el fondo del mar, donde rebotaba produciendo un eco que podía ser registrado por el aparato. El tiempo que tardaba el eco en volver permitía averiguar la profundidad del mar.

Más tarde, durante la Segunda Guerra Mundial, se inventó el SONAR (siglas en inglés de Sistema de Navegación y Exploración Mediante Sonido) como un medio para detectar submarinos. Hoy en día, casi todos los barcos están equipados con algún tipo de sonar para controlar la profundidad del mar, buscar bancos de peces, encontrar buques hundidos o trazar mapas del fondo marino.

En la actualidad se están llevando a cabo experimentos que utilizan intensos sonidos emitidos debajo del agua, para estudiar el cambio de temperatura en el océano. Al medir el tiempo que tardan las ondas sonoras en llegar a su lejano destino se puede obtener información sobre la temperatura de los océanos del mundo, lo que puede ayudar a comprender si realmente está teniendo lugar un cambio climático mundial.

# Graves y agudos

## Materiales

- 6 botellas del mismo tamaño, con la boca pequeña

- Agua

- Una cuchara o varilla de metal

## Procedimiento

Llenar las botellas con distintas cantidades de agua, aumentando progresivamente el volumen. Golpear cuidadosamente cada botella con la cuchara o la varilla de metal de forma que se produzcan sonidos.

¿Emite cada botella sonidos diferentes? ¿En qué se diferencian?  
¿Qué botella emite el sonido más agudo? ¿Cuál emite el más grave?  
¿Qué sucede?

Todos los sonidos se originan a partir de vibraciones. Se denomina

frecuencia al número de veces que un objeto vibra en un segundo, moviéndose hacia delante y hacia atrás. Cuanto menor es la frecuencia, más grave es el tono. En cambio, si la frecuencia es alta, el tono se vuelve más agudo.

Al golpear suavemente con la cuchara o la varilla, el cristal vibra. El agua que hay en el interior de las botellas hace que se ralentice la vibración, de manera que cuanto más agua hay, más lentamente vibra el cristal. La botella con más agua es la que vibra más despacio, de manera que su tono es más grave.



# Aguas ruidosas

## **Materiales**

- Un reloj con  
segundero o  
cronómetro

- Una clase oscura  
y/o una buena venda  
para tapar los ojos

## **Procedimiento**

Escoger a dos personas para hacer de ballenas hermanas. Después de un largo viaje desde Alaska, una de ellas acaba de llegar a Hawaii para pasar el invierno y a la otra le falta muy poco para llegar a estas islas. Escoger una tercera persona para hacer de cronometrador.

La ballena que está a punto de llegar sale de la habitación y la otra se esconde en alguna parte del cuarto.

Después, dividir al resto de la clase en cuatro grupos:

- Grupo 1: Buques de carga
- Grupo 2: Submarinos de defensa
- Grupo 3: Barcos pesqueros
- Grupo 4: Lanchas motoras

Cada grupo debe ponerse de acuerdo en los sonidos que van a hacer para imitar a las naves. A continuación se reparten por la habitación. Cuando

todo el mundo está listo, el cronometrador hace entrar a la ballena que está llegando de Alaska y ésta tratará de encontrar a la otra ballena preguntando en un tono de voz normal: ¿dónde estás? La ballena escondida debe contestar también en un tono normal. Mientras tanto, el grupo 1 imita los ruidos de un buque de carga, el grupo 2 imita sonidos de submarinos, el grupo 3 imita sonidos de barcos pesqueros y el grupo 4 imita los sonidos de lanchas motoras. El cronometrador, mide cuánto tiempo necesita la ballena que acaba de llegar de Alaska para encontrar a su compañera.

Hacer nuevamente la actividad, pero esta vez con los buques de carga en silencio. ¿Cuánto tiempo necesita ahora la ballena recién llegada para encontrar a su compañera? Intentarlo tres veces más, cada vez eliminando a un grupo de ruidosos, y comprobar si hay algún cambio en la dificultad de la búsqueda.



# Sensaciones sonoras

## Procedimiento

En una hoja de papel haz tres columnas verticales con los siguientes títulos:

### Material

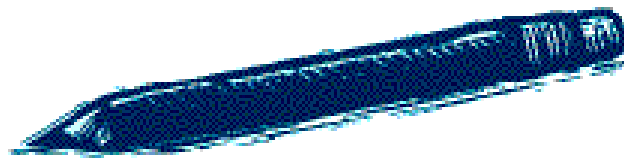
- Un bloc de notas
- Un bolígrafo o lápiz

Sonido	Sensaciones	Tono

Escucha durante un par de días sonidos que no sean palabras, en tu casa, en el colegio o en la calle (como alguien abriendo la caja de las galletas o un coche frenando). Describe el sonido en la columna correspondiente. Después escribe qué tipo de sentimiento te provocó el sonido. ¿Te alegró, te entristeció, te dio hambre, te enfadó o te hizo pasar miedo...?

Por último, escribe el tono del sonido. ¿Era agudo, grave o a media escala? También puedes anotar el volumen u otras propiedades que llamen tu atención.

Revisa tu lista de sonidos. ¿Cuántas sensaciones diferentes te provocaron? ¿Hay alguna correlación entre el tono y la sensación? ¿Qué tipo de respuestas, aparte de las afectivas, tuviste ante cualquiera de los sonidos?



# Sonido saltarín

## Materiales

- Un reloj (de manecillas, no digital)
- Dos tubos de cartulina grandes
- Un plato o un trozo de cartulina gruesa
- Un trozo de espuma o de moqueta más o menos del mismo tamaño que el plato.

## Procedimiento

Una persona sujetará en posición vertical el plato o el trozo de cartulina sobre una mesa.

Situar los tubos sobre la mesa formando un ángulo de unos 90° entre ellos y en dirección hacia el plato. Dejar una distancia de unos 7 centímetros entre los tubos y el plato. A continuación, colocar el reloj en el extremo de uno de los tubos y acercar la oreja al extremo del otro. ¿Se puede oír el tic-tac del reloj? Ahora el otro miembro de la pareja retirará el plato. ¿Se oye así el reloj? En lugar del plato, colocar el trozo de espuma o la moqueta. ¿Qué se puede oír?

## ¿Qué sucede?

De igual forma que un espejo refleja la luz, las superficies rígidas reflejan el sonido. Por eso, cuando se coloca el plato junto al extremo de los tubos, las vibraciones sonoras que produce el reloj viajan por el tubo rebotan contra el plato y se desplazan a través del otro tubo hasta el oído.

Este fenómeno del sonido “que rebota” es la base que utiliza el sonar para medir la profundidad del océano y también es la forma que tienen las ballenas de recibir información sobre los objetos de su entorno.

Algunas ballenas y delfines emiten “chasquidos” muy agudos que rebotan en los objetos del océano, produciendo un eco que proporciona a estos animales información del tamaño, textura, velocidad y distancia a la que se encuentran dichos objetos. Mediante este sistema, conocido como «ecolocalización», los cetáceos pueden encontrar bancos de alimento, identificar otras ballenas y delfines y navegar sin dificultad. Estos animales confían plenamente en su sentido del oído, ya que la visión en aguas profundas y oscuras resulta prácticamente imposible.



# Nadando con ballenas

*La mayor parte de lo que sabemos sobre el comportamiento y la vida de las ballenas es gracias a los biólogos que trabajan en el mar estudiando a estos increíbles animales.*

El trabajo científico consiste básicamente en observar la naturaleza para descifrar las claves de su funcionamiento; se trata, en definitiva, de mirar, escuchar, oler y tocar. Algunas veces podemos hacer observaciones directas, como ver el trabajo de las hormigas recopilando alimentos. En otras ocasiones, obtendremos datos de un ser vivo de forma indirecta y así podemos estudiar a las ballenas jorobadas a través de las grabaciones de sus cantos.

## **Trabajo de campo con las ballenas**

El trabajo de campo consiste en la observación de la naturaleza al aire libre, donde los organismos viven en comunidades. En el caso de las ballenas, la mayor parte de los datos que se poseen sobre su comportamiento y su vida han sido obtenidos por biólogos que trabajan en el mar estudiando a estos increíbles animales.

Durante los últimos 30 años la forma de estudiar a las ballenas ha cambiado

notablemente. Cuando existía una red mundial de pesca de ballenas, los biólogos aprendieron mucho sobre ellas examinando la anatomía de sus cadáveres. Hoy en día se prefiere estudiar en vivo a estas maravillosas criaturas, aunque también se las puede conocer mejor examinando ejemplares que han muerto por causas naturales, como un varamiento en la playa.

La observación de animales requiere una dedicación completa. En el caso de las ballenas hay que soportar mareos, bajas temperaturas y larguísimas horas de espera. Actualmente existe una gran variedad de técnicas de estudio, desde la fotografía hasta el análisis de ADN, pero la principal herramienta de los científicos sigue siendo la paciencia y la dedicación.

## **Lo que nos gustaría saber**

Hay muchísimos aspectos de la vida de las ballenas que se desea conocer, por eso los científicos intentarán contestar en los próximos 10 a 20 años las siguientes preguntas:

- \* ¿Cómo producen sus sonidos los machos de ballena jorobada?
- \* Los sonidos introducidos por el hombre en el mar, como los provocados por los sonares, los experimentos científicos o las perforaciones petrolíferas, ¿afectan a las ballenas? ¿Interfieren con sus propios sonidos? ¿Dañan sus oídos? ¿Las confunden a la hora de orientarse?
- \* ¿Cómo consiguen las ballenas jorobadas orientarse en los largos viajes que emprenden, por ejemplo, desde Hawaii hasta Alaska?



# Identifica ballenas

Los científicos han descubierto que el diseño de la cola de cada ballena jorobada no se repite en ningún otro ejemplar. Cada aleta caudal presenta sus propias manchas, de color blanco o negro, o sus propios bordes distintivos.

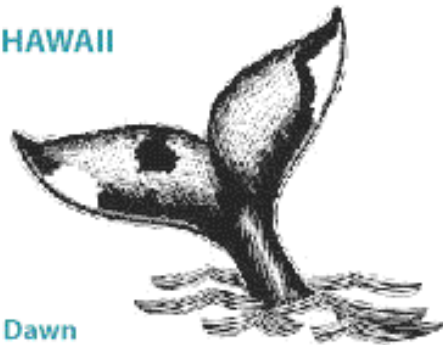
Durante el invierno, los científicos sacan fotos de las colas de las ballenas en Hawaii y le dan un nombre a cada una. Más tarde, durante el verano, otros científicos hacen lo mismo con las ballenas en

Alaska y comparan las fotos con las tomadas en invierno. Así, comparando las fotografías de las colas, se puede saber cuando una ballena que había sido vista en Hawaii durante el invierno emigró a Alaska al llegar el verano.

En esta actividad se propone buscar en Alaska (columna de la derecha) a las ballenas procedentes de Hawaii (columna de la izquierda), escribiendo el nombre correspondiente debajo del dibujo de cada cola.

*No existen en todo el mundo dos ballenas jorobadas con la misma cola. Cada una de ellas posee su aleta caudal exclusiva, con manchas y bordes distintivos.*

HAWAII



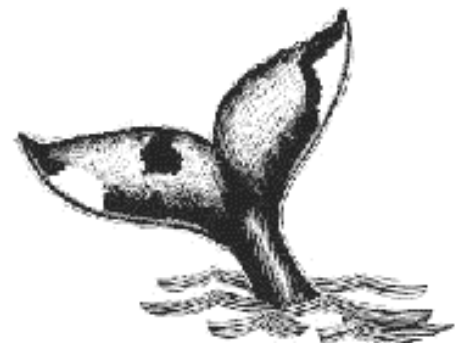
ALASKA



Dawn



Wave



Echo

Actividad

# La ballena más grande

Busca en esta sopa de letras las siguientes palabras y píntalas de azul:

MAR, ORCA, RED, COLA, OLA, CRIA

O R C A L

A L O D U

D L L M Z

E V A A A

R A I R C

Ahora trata de encontrar el nombre de la especie de ballena más grande. Coloréalo de verde y escríbelo en esta línea. \_\_\_\_\_

# Descubre al personaje

**Materiales:**

Papel y lápiz

## Procedimiento

Imagina que tus compañeros de clase son extranjeros que han venido con un intercambio a estudiar una temporada en tu colegio. Esta actividad consiste en ayudarles a identificar a algunos de los profesores del centro.

Primero, elige a seis profesores que serán las personas a identificar y escribe en un papel sus características físicas y datos sobre su personalidad. Asegúrate de que las características que anotas son rasgos típicos de la persona, que permanecen día tras día (es decir, no es válido anotar la ropa ni el peinado).

Escribe en hojas distintas una descripción de cada una de las seis personas elegidas y, si quieres, acompáñalas con dibujos. Utiliza palabras y descripciones cuantitativas, es decir, que se puedan medir, estimar o expresar con números, como por ejemplo “tiene la cabeza del tamaño de un balón, pero no tan grande como uno de baloncesto, y tiene el mismo ancho de hombros que de cadera.”

Cuando todos hayáis acabado las descripciones y los dibujos, leedlas por turno. Se trata de ver si los otros miembros de la clase son capaces de adivinar de qué profesores estáis hablando.

## ¿Qué sucede?

Los científicos utilizan muchos métodos para observar y anotar el comportamiento de los animales. Por ejemplo, los investigadores que estudian a las ballenas jorobadas se basan en las manchas de sus colas para identificarlas.

En el caso de las ballenas australes, las protuberancias blanquecinas de su cabeza son un rasgo distintivo, ya que cada una de estas ballenas posee protuberancias de distinta forma y tamaño, llamadas “callosidades”. Los científicos pueden aprender a reconocer ejemplares de esta especie mediante un buen catálogo fotográfico. En cuanto a las orcas, se ha comprobado que cada ejemplar emite sonidos distintos. Los científicos son capaces de reconocer las “voces” de distintas orcas mediante el análisis de las grabaciones.



# Recursos didácticos

## **Libros sobre ballenas disponibles en la Biblioteca de la Casa de las Ciencias**

**Los gigantes del mar**  
Cafiero, G. y Jahoda, M.  
Grupo Anaya, S. A. Madrid, 1993

**Cetáceos, focas e tartarugas mariñas das costas ibéricas**  
Penas-Patiño, X. M. y Piñeiro Seage, A.  
Imprenta Paredes, S. A. Santiago de Compostela, 1989

**La vida de los mamíferos marinos**  
Gambell, R.  
Espasa Calpe, S.A. Madrid, 1988

**Los cetáceos**  
Casinos, A. y Filella, S.  
Penthalon. Madrid, 1984

**Fronteras del océano**  
Davies, E.  
Plaza & Janés. Barcelona, 1981

**Mundo submarino**  
Varios  
Urbión. Madrid, 1979

**El libro de las profundidades**  
Pick, C.  
Plesa. Madrid, 1978

## **Vídeos sobre ballenas disponibles en la Videoteca de la Casa de las Ciencias**

**Talk like whales**  
Statens Filmcentral. Dinamarca, 1993

**Réquiem por un bebé ballena**  
Carlos Virgili. Barcelona, 1992

**En defensa de la naturaleza**  
Thames Video Collection  
Video Colección S. A. Madrid, 1990  
**La odisea de Cousteau. Mamíferos marinos**  
The Cousteau Society  
Warner Home Video Española, S. A. Madrid, 1990

**Los amables gigantes**  
Anglia Television  
Exdisa. Madrid, 1990

**Vida y futuro de las ballenas**  
Metrovideo/Anglia Films  
Imagen 35 & Asociados S.A.  
Madrid, 1990

**Los cachalotes**  
R. T. S. I.  
Imagen 35 & Asociados S.A.  
Madrid, 1989

**Whale Watching in the Gulf**  
David Lickley. Canadá, 1989

**¿Qué es un mamífero?**  
Encyclopaedia Britannica  
P. Ancora. Barcelona, 1984

## **Páginas WEB sobre ballenas y ciencia**

Las páginas web cambian con frecuencia, así que la mejor forma de encontrar páginas web sobre ballenas consiste en utilizar un buscador, como Yahoo o Alta Vista y buscar la palabra “ballena”.

Estas son algunas de las direcciones que estaban en funcionamiento cuando se elaboró esta guía:

### **Teaching Science with Whales**

<http://www.well.com/user/lta/index/html>

### **Whalenet**

<http://whale.simmons.edu>

### **Song of the Whale**

<http://www.easynet.co.uk/ifaw/pic.htm>

### **The High north Alliance - Voice of Norway's Whalers**

<http://www.highnorth.no/>

### **National Science Foundation**

<http://www.nsf.gov/>

### **National Institute for Science Education**

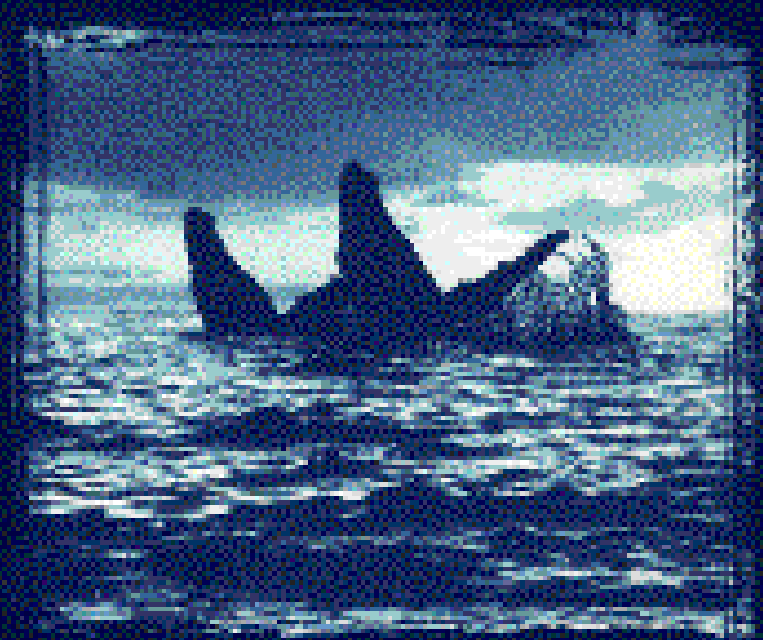
<http://www.wcer.wisc.edu/NISE/>

### **National Wildlife Federation**

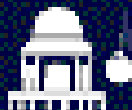
<http://www.nwf.org>

### **Destination Cinema, Inc.**

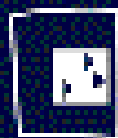
<http://www.whalesfilm.com>



Ayuntamiento de La Florida  
Calle de la Cruz 14



Casa de las Gaviotas



OBSERVATORIO  
DE PROTECCIÓN  
AL CONSUMIDOR

DOMUS