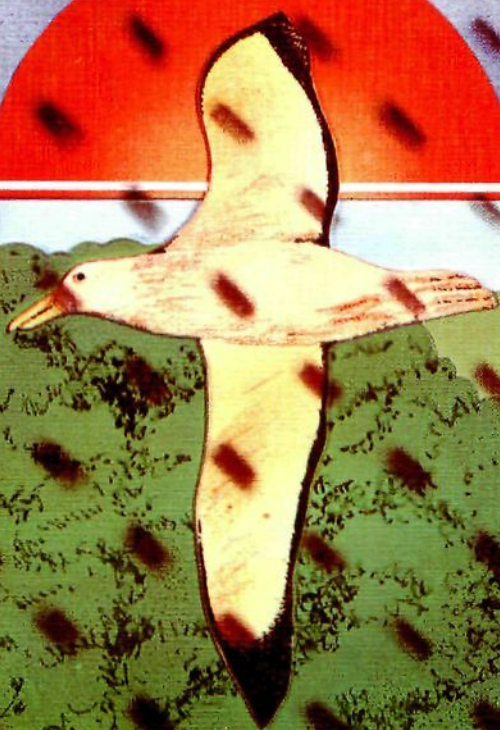


# MEDIO AMBIENTE Y ADAPTACIONES

VALENTIN GAVIDIA



**Breviarios de Educación**









# **MEDIO AMBIENTE Y ADAPTACIONES**

## Colección BREVIARIOS DE EDUCACION:

1. Las lenguas de España.
2. La narración infantil.
3. Introducción al comentario de textos.
4. Las artes plásticas en la escuela.
5. Estructura y didáctica de las Ciencias.
6. Antropología cultural.
7. Educación para la protección civil.
8. Teoría del juego dramático.
9. La Innovación metafísica de Ortega.
10. Estudio de ecosistemas.
11. La Segunda enseñanza oficial en el siglo XIX.
12. Historia de la educación en España. Tomo I.
13. Historia de la educación en España. Tomo II.
14. Historia de la Educación en España. Tomo III.
15. Método activo: una propuesta filosófica.
16. Medio Ambiente y adaptaciones.

VALENTIN GAVIDIA

# **MEDIO AMBIENTE Y ADAPTACIONES**

ACCESIT BREVIARIOS DE EDUCACION

**MINISTERIO DE EDUCACION Y CIENCIA**



© MINISTERIO DE EDUCACION Y CIENCIA

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACION  
Y DOCUMENTACION EDUCATIVA

© VALENTIN GAVIDIA

Primera edición: Tirada 3.000 ejem.  
Edita: CENTRO DE PUBLICACIONES,  
SECRETARIA GENERAL TECNICA  
MINISTERIO DE EDUCACION Y CIENCIA

NIPO: 177-86-062-3

I.S.B.N.: 84-369-1271-3

D.L.: M-13420-1987

Imprime: DISPOGRAF, S.A. Telf.: 747 46 07

## INDICE

PROLOGO .....	11
OBSERVACIONES CONCEPTUALES SOBRE LA ADAPTACION .....	17
EL MEDIO AMBIENTE FISICO .....	21
LA ADAPTACION BIOLOGICA .....	107
ADAPTACION A LOS FACTORES FI- SICO-QUIMICOS .....	117
ADAPTACION A LOS FACTORES BIOLOGICOS .....	159
OCUPACION DE UN AREA.- BIO- GEOGRAFIA .....	195
APENDICE .....	203
– «Una golondrina no hace verano»	
– «Adaptación o muerte»	
– «Animales inventores»	
– «Mimado como el benjamín de la casa»	
RELACION DE ILUSTRACIONES .....	233
BIBLIOGRAFIA .....	239



# **PROLOGO**





## PROLOGO

*En la declaración de intenciones que la Dirección General de Enseñanzas Medias del Ministerio de Educación y Ciencia, realiza en el documento de trabajo "Hacia la Reforma" de Julio de 83, conocido también por "libro verde", reza lo siguiente: "Hay que vincular la escuela con su entorno por razones formativas (el alumno es un ser social) y metodológicas (estudiar lo próximo e inmediato es un modo importantísimo para motivar al educando). Atender a la realidad que nos rodea no puede ser una tentación para caer en el provincianismo, sino una forma de enraizar la escuela en la vida".*

*Y con esta intención se ha elaborado el presente trabajo. En él estudiamos, en primer lugar, el entorno físico y los factores que lo caracterizan, y en segundo lugar, las adaptaciones que los seres vivos presentan a dichos factores.*

*Si entendemos como uno de los fines de la educación, el preparar ciudadanos libres y críticos, dando para ello la formación/información que tanto ellos como la sociedad necesitan, y por pedagogía activa aquella en la que el alumno es protagonista de su propio aprendizaje, debemos indicar que ambos objetivos se cumplen cuando se trata de desarrollar una Educación ambiental.*

*¿Qué importancia tiene el sol en la altura de los edificios, anchura de las calles u orientación de las casas? ¿Dónde no deben colocarse cierto tipo de industrias? ¿Cuál es el significado*

de las nubes o el de la dirección de un viento? ¿Por qué crecen un determinado tipo de vegetales y no otros? ¿Qué significa ordenación del territorio? etc., etc. Son preguntas que toda persona debe poder hacerse, y mucho mejor, poder contestar.

En esto se basa nuestro concepto de Educación ambiental. Esta no consiste solamente en la realización de unas excursiones o visitas por los alrededores, de forma mejor o peor documentada, sino que además, deben tratarse vivencialmente los temas medioambientales, que sirven como puntos clave para la toma de cualquier decisión política sobre el uso del territorio.

Decimos que los temas deben ser tratados vivencialmente. Es decir, no se trata de que el profesor haga una serie de preguntas interesantes y que el alumno tome nota de las respuestas. En esto no consiste la vivencia, ni siquiera si las respuestas han sido elaboradas entre todos, mediante debates y discusiones previas. Para conseguir esta experiencia, el alumno debe descubrir mediante un proceso científico, los elementos que componen su Medio ambiente, las leyes que lo rigen, su interdependencia, y dado que es su entorno y ello le afecta, su interés se despierta y EL SOLO se hará las preguntas y podrá responderlas o iniciar las investigaciones adecuadas para ello.

Así pues, la metodología empleada intenta ser científica y activa, y ello se observa en varios puntos: En primer lugar, el discurso o tratamiento de un tema, se ve frecuentemente interrumpido por una serie de preguntas que incitan a una reflexión, a una observación o a la realización de algunas actividades.

En segundo lugar, el tratado de los temas no es cerrado, puesto que debe ser el alumno, con su trabajo, observaciones y experiencias, quien lo complete. Son muchas las actividades sugeridas a lo largo de la obra, pero quedan muchas más por hacer. De esta forma es muy importante el descubrimiento y todo lo que ello comporta: la observación, la toma de datos, los resultados, la confrontación de conclusiones, el trabajo de equipo, etc., etc.

En tercer lugar, subyace siempre un método inductivo, ya que después de ir analizando paulatinamente una serie de puntos concretos, se intenta llegar a una generalización adecuada. Esto último se observa especialmente en el estudio de la Adaptación, en el que después de detenerse en las adaptaciones que algunos organismos presentan a los diversos factores que componen el Medio ambiente por separado, ante la elección de un determinado Ecosistema, se deben señalar las características que probablemente posean los seres vivos que allí convivan, sin necesidad de indicar las especies exactas que se desarrollan.

Como colofón de este trabajo, se inicia el tratamiento de la Evolución. Es éste un tema que por su complejidad, resulta difícilmente asimilable por los alumnos. Su máximo grado de interiorización se manifiesta en indicar que el hombre desciende del mono, o que esta especie desciende de esta otra. Ello no sólo es debido a una inadecuada actuación del profesorado, sino a la dificultad del problema, el cual resulta poco conforme para el desarrollo intelectual del alumno; es decir, el estudio de la Evolución, sus causas, sus problemas, sus datos, etc., no es oportuna para edades inferiores a los 15 años, aunque sí lo puede ser para más adelante.

Debido a ello y a la importancia del tema, se aborda un inicio de su estudio, a partir de los datos concretos y observables de las adaptaciones de los seres vivos. Al analizar los organismos que pueblan un Medio ambiente determinado, surge el concepto de Convergencia, e inmediatamente después el de Divergencia. Hablar en este momento de Evolución es fácil y completamente asequible, aunque no se anuncien las causas de la aparición de nuevos rasgos ni la manera de cómo se perpetúan.

Terminamos con unas pequeñas ideas sobre Biogeografía y áreas de distribución, relacionándolas con las adaptaciones, historia del individuo y evolución de la superficie de la Tierra.

Al final de la obra existe un Apéndice, en donde se transcriben unas lecturas recomendadas, que pueden ser interesantes para la comprensión de los temas tratados, por su amenidad y fácil retención.



**OBSERVACIONES  
CONCEPTUALES  
SOBRE LA ADAPTACION**



## **OBSERVACIONES CONCEPTUALES SOBRE LA ADAPTACION**

A menudo se identifican como Adaptaciones únicamente aquellos rasgos que por extraños o extrambóticos nos llaman la atención. En una encuesta realizada entre 300 alumnos de distintos cursos de Enseñanza Media, el 90% afirman que el camaleón está más adaptado que el perro o el gato, y que los cactus están más adaptados que un alga o un naranjo.

Ante ello debemos tener en cuenta las siguientes precisiones:

En primer lugar no podemos hablar de adaptaciones en abstracto, sino referidas a un determinado Medio Ambiente con sus componentes. El ambiente plantea ciertos "problemas" que los organismos necesitan resolver y la adaptación nunca es completa y no tiene fin, pues las características del hábitat del organismo están continuamente cambiando e incluso el propio ser vivo contribuye con su vida a este cambio.

En segundo lugar, no sólo son adaptaciones los rasgos externos morfológicos, sino también aquellos de más difícil observación como son los que conciernen a una estructura esquelética, óseo-muscular, a una determinada fisiología o a unas pautas de comportamiento, todo



ello regido por un código genético que también se modifica con el tiempo.

De todas formas, la respuesta que da el ser vivo es completa, interesando a todo el organismo. Así el alargar las patas o la posibilidad de ramonear plantas venenosas, significa un cambio en todo el cuerpo, que permanece y se perfecciona mientras no sea perjudicial para la supervivencia de la especie. Es decir, la adaptación resulta de la acción de la Selección Natural ante un problema del Medio Ambiente, pero la respuesta la da todo el organismo o un "paquete" muy grande de su estructura constitucional, no una pequeña parte del mismo.

Asímismo, es difícil, por no decir imposible, establecer una relación biunívoca entre un único rasgo adaptativo y su correspondiente factor limitante del medio, ya que un carácter puede responder a varias dificultades simultáneamente.

Y en tercer lugar, no todos los caracteres que posee un individuo son adaptativos, ya que éstos pueden aparecer por varios motivos como son el azar, la alometría, es decir, el desarrollo diferencial del organismo, como ocurre con las extremidades anteriores del Tiranosaurio, o la pleiotropía, que son los efectos que sobre varios caracteres posee un determinado gen, de manera que cuando la Selección presiona sobre un determinado carácter, puede haber otro que sea arrastrado si están gobernados por el mismo gen, y todos estos caracteres perduran mientras no representen dificultades para la supervivencia.



**EL MEDIO AMBIENTE  
FISICO**



# **EL MEDIO AMBIENTE FISICO**

## **CONTENIDO**

Concepto y características del medio Ambiente.

Factores físicos que componen el Medio Ambiente:

- Radiación - Luz.
  - Calidad de la luz.
  - Intensidad lumínica.
  - Duración de la luz.
  - Diagramas de Fischer.
  
- Temperatura.
  - Variaciones diarias.
  - Variaciones estacionales.
  - Variaciones locales.
  
- Agua - Humedad.
  - Ciclo hidrológico.
  - Problemas osmóticos.
  - Pluviometría.

- Acción conjunta de varios factores.
  - Humedad relativa.
  - Climógrafos.
  - Evapotranspiración.
  
- Elementos nutritivos.
  
- Densidad.
  
- Viscosidad.
  
- Presión.
  - Altas presiones.
  - Bajas presiones.
  - Frentes.
  
- Corrientes.
  - Vientos.
  - Nubes.
  
- Sustrato - El Suelo.
  - Composición.
  - Formación.
  - Estructura-perfiles.
  - Análisis.

## DIAGRAMA CONCEPTUAL





## **EL MEDIO AMBIENTE FISICO**

A primera vista parece que la vida se desarrolla en muchos medios distintos, pues encontramos organismos que viven en el suelo, en estanques, en el estiércol, o bien en la sangre de los vertebrados e incluso en el petróleo. Pero en todos ellos, el medio consiste en un líquido o un gas, y en general se trata del agua o del aire, por lo que diremos que los diferentes medios se agrupan en dos: el medio acuático y el medio aéreo. Puesto que los seres vivos que habitan en el suelo están rodeados de aire, denominaremos indistintamente a este medio, aéreo o terrestre.

**El barro, ¿en cuál de los dos medios fundamentales lo incluiríamos? ¿por qué?**

A pesar de haber dividido el mundo en estos dos ambientes, esta separación no es absoluta, pues de la misma forma que los gases atmosféricos están disueltos en el agua, en la atmósfera siempre hay un cierto grado de humedad, de manera que según las porciones en que se mezclen, estos dos ambientes se subdividen, el terrestre en árido y húmedo, y el acuático en aguas estancadas y aguas aireadas, con la consiguiente graduación entre todos ellos.

Además de esta dificultad en clasificar los medios, nos encontramos con que existen zonas de transición, como son los pantanos o los lugares influidos por las mareas, en los que según las ocasiones, predomina uno u otro de los citados medios.

No obstante, cualquier medio, posee unos factores físico-químicos que lo identifican. Los más importantes de estos factores son los siguientes: Temperatura; Radiación-Luz; Agua - Humedad; Gases atmosféricos; Acción conjunta de la temperatura, luz y humedad; Sales biogénicas - Elementos nutritivos; Corrientes, Densidad, Viscosidad, Presión; y el Sustrato - Suelo.

## **RADIACION - LUZ - ILUMINACION**

La luz es un factor vital de gran importancia, sin la cual la vida no podría existir, pues es la fuente de energía que mueve el universo biológico.

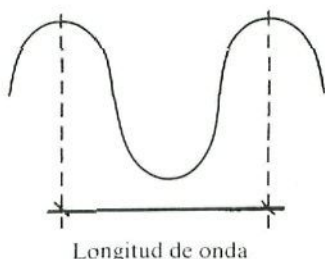
Desde el punto de vista ecológico, es importante considerar la calidad de luz (longitud de onda o color), su intensidad (la energía real medida en calorías/gramo) y su duración (largo del día).

**Calidad de luz.**—La luz que impresiona nuestra retina es una pequeña fracción de energía que emiten los cuerpos luminosos y se denomina energía radiante o radiación. Esta energía se propaga de manera ondulatoria y al atravesar un prisma podemos observar que está formada por diferentes tipos de ondas, caracterizados cada uno de ellos por sus diferentes frecuencias/longitud de ondas.

En términos generales las radiaciones de longitud de onda superior a 7.600 Å se consideran infrarrojas,



I.R., y las de longitud de onda inferior a  $3.600 \text{ \AA}$ , ultravioleta, U.V. El 49% de la radiación total del Sol es I.R., y casi toda la otra mitad corresponde a la luz visible, quedando una pequeña fracción de luz U.V.



En la fig. 1 se representan las distintas radiaciones que emite el Sol y llegan a la superficie de la Tierra, en la fig. 2 se esquematiza un espectro electromagnético, es decir, todas las radiaciones que pueden producirse; cada tipo posee características distintas que dependen de su longitud de onda, y por esa razón reciben denominaciones diferentes.

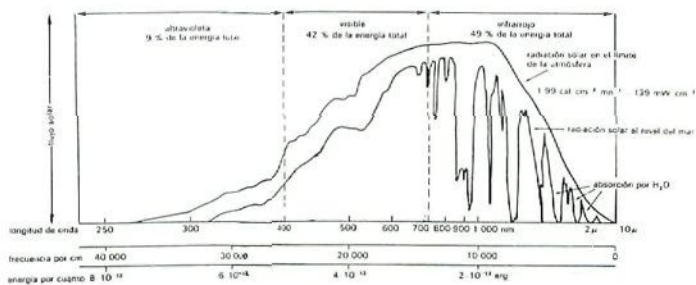
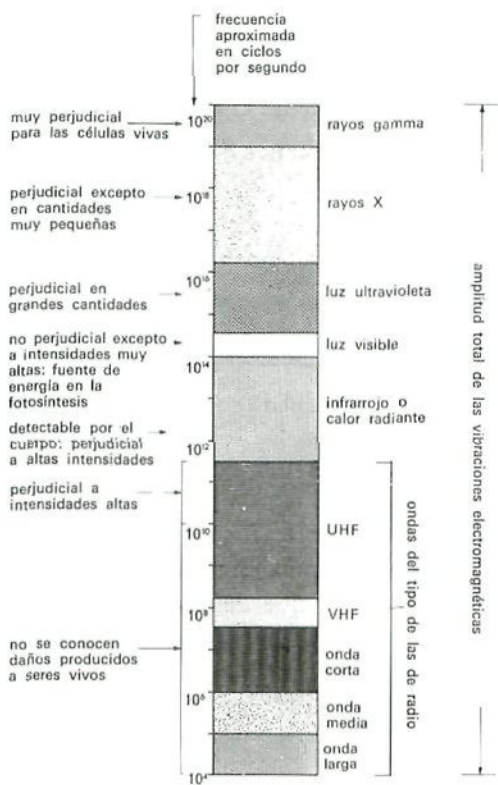


Fig. 1.- Espectro de la radiación solar en el límite de la atmósfera y el nivel del mar.



**Fig. 2.- El espectro electromagnético.**

Nota: Esta es una escala logarítmica (y por tanto reducida) o sea que cada división, por ejemplo  $10^{11} - 10^{12}$ , sería, en una escala lineal, diez veces más larga que la anterior a ella, es decir, a la  $10^{10} - 10^{11}$ .

**Intensidad lumínica.**— La intensidad de la luz que llega a la superficie de la Tierra, depende de varios factores, a los cuales se hace referencia en las figs. 3, 4, 5, 6 y 7.

## Factores que intervienen en la intensidad de luz que llega a la superficie de la tierra.

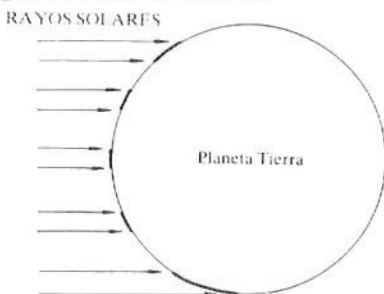


Fig. 3.—Influencia de la latitud en la percepción de los rayos solares.

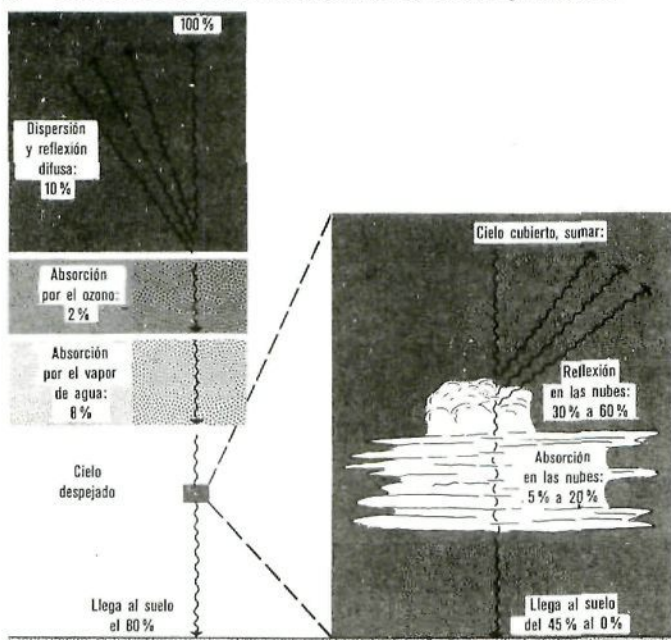


Fig. 4.— Las pérdidas de energía solar incidente por dispersión, reflexión y absorción dependen de las condiciones del cielo, según esté despejado o cubierto. (De A.N. Strahler, 1963, *The Earth Sciences*, Haper and Row, Nueva York).

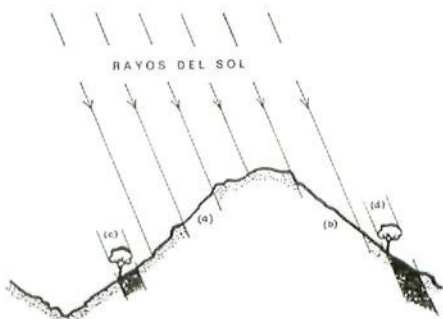


Fig. 5.- Efecto de la orientación y pendiente en la duración de la insolación y en el tamaño de la sombra a, c) pendiente orientada al Sur; b, d) pendiente orientada al Norte.

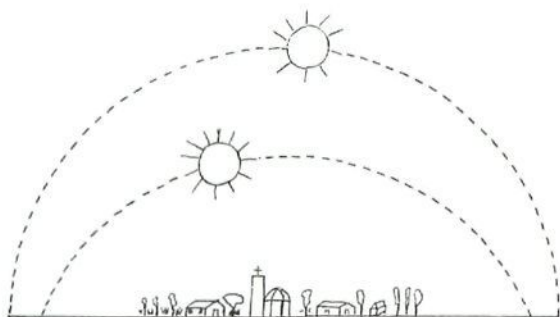


Fig. 6.- Trayectoria del Sol y duración del día según las estaciones.



Fig. 7.- Diversas comunidades vegetales.

## **Comenta las figuras señaladas y enumera los factores de los que depende la intensidad lumínica.**

**Actividad.**— OBSERVACIONES PARA CUANTIFICAR LAS MEDICIONES DE INTENSIDAD DE LUZ QUE LLEGA A UN ECOSISTEMA.

El aparato que se usa para medir la Intensidad de Luz se llama Fotómetro, y sirve cualquiera de ellos, incluidos los que poseen las cámaras fotográficas, siempre que lleven la correspondiente célula fotoeléctrica.

Como la mayoría de los fotómetros del mercado están dirigidos a facilitar la realización de buenas fotografías, éstos trabajan con las mismas características que los de las cámaras de fotografiar, esto es, tienen en cuenta 3 factores: la sensibilidad de la película a utilizar, la apertura del diafragma, y el tiempo en el que éste permanece abierto o velocidad de apertura.

La *Sensibilidad* de la película la medimos en grados ASA, y nos indica la cantidad de luz necesaria para impresionarse. A mayor sensibilidad se requiere menos luz. Estos grados de sensibilidad son : 12, 25, 50, 100, 200, 400, etc., que quieren decir que cada película es doble sensible que la anterior, por lo que necesitará la mitad de luz.

El *Diafragma* es lo que tapa la entrada de la luz en su camino hacia la película. A mayor diafragma, más tapada está dicha entrada. Los valores suelen ser: 1'4, 2, 2'8, 4, 5'6, 8, 11, 16 y 22, que indican que el diafragma 1'4 ofrece menor obstáculo a la luz que el 11. Además de estos valores, podemos encontrar sus intermedios, es decir: 1'7, 2'4, 3'4, 4'8, 6'8, 9'5, 13'5 y 19.

Si a una determinada sensibilidad de película le corresponde un valor de diafragma, cuando la sensibilidad aumenta, necesitaremos menos luz, es decir, subir el valor del diafragma.

El último factor es el tiempo que la película permanece expuesta a la luz; si está mucho tiempo se quema, y si está poco no se impresiona. El tiempo lo sabemos por la *Velocidad* con que se abre y se cierra el objetivo para que pase la luz. Así una velocidad del 60, significa que durante 1/60 segundos ha entrado luz a la película, si la velocidad

es de 500, quiere decir que es 1/500 seg. el tiempo de impresión de la película.

Las velocidades son: 2, 4, 8, 15, 30, 60, 125, 250, 500 y 1000, significando que cada vez el objetivo se abre y se cierra a una velocidad doble que la posición anterior, siendo 1000 el valor más rápido, ya que consigue su movimiento en un 1/1000 de seg.

Para una misma cantidad de luz, si el diafragma lo hacemos pequeño, la velocidad debe aumentar para impresionar adecuadamente una película determinada, de esta forma, si necesitamos para un diafragma de 8, una velocidad de 30, al cambiar a un diafragma 4, necesitaremos una velocidad de 125. Para calcular la Intensidad de Luz que nos llega, pondremos el fotómetro horizontalmente, y tomaremos nota de la velocidad y diafragma requeridos para una determinada sensibilidad, y con estos datos actuaremos según el siguiente procedimiento: En primer lugar, otorgaremos al diafragma el valor que le corresponde según la tabla adjunta.

Diafragma	Valor correspondiente	Diafragma	Valor correspondiente
1'2 .....	500	5,6 .....	15
1'4 .....	250	6'8 .....	11'5
1'7 .....	187'5	8 .....	8
2 .....	125	9'5 .....	6
2'4 .....	92'5	11 .....	4
2'8 .....	60	13'5 .....	3
3'4 .....	45	16 .....	2
4 .....	30	19 .....	1'5
4'8 .....	22'5	22 .....	1

*Acto seguido multiplicaremos por 1.000 el valor de la velocidad de apertura, y todo ello lo dividiremos por lo que nos resulte de multiplicar la sensibilidad de la película en grados ASA por el valor correspondiente al diafragma.*

La fórmula a aplicar puede resultar de la siguiente manera:



$$\text{Intensidad de Luz} = \frac{\text{Velocidad de apertura} \times 1.000}{\text{Correspondencia del Valor del diafragma} \times \text{Sensibilidad de la película}}$$

**Curiosidad.**— Iluminación que atraviesa las copas de los árboles de diferentes bosques:

Las diferentes comunidades forestales difieren ampliamente en el grado en que disminuye la radiación del Sol. Los chopos crecen, generalmente, espaciados y, su follaje, relativamente esparcido, permite que buen número de rayos solares alcancen el suelo. Los bosques de pinos y robles dejan menos espacios para la penetración de los rayos solares. Mediciones efectuadas en Illinois pusieron de manifiesto que la porción de suelo expuesta en el bosque a la luz solar directa era del 84% en el caso de los chopos, del 77% en el de pinos y del 35% en los robles. En los bosques de olmos y arces, y en los bosques lluviosos tropicales, se forma un dosel completo que no permite la llegada directa de la luz solar al suelo del bosque.

Los diferentes tipos de bosques presentan diferencias estacionales en lo que se refiere al factor luz. Debajo de un grupo de pinos, la luz es reducida por igual a lo largo de todo el año, ya que su follaje es perenne. La iluminación sobre el suelo de un bosque de pinos alcanza un máximo a comienzos del verano y un mínimo en invierno, correspondiendo a la variación estacional de la intensidad de la luz. En cambio, en un bosque de arces las diferencias estacionales son muy distintas. Durante los meses de enero, febrero y marzo las plantas y los animales que viven en el suelo del bosque reciben cantidades crecientes de luz, pero en abril comienzan a aparecer las hojas y la intensidad de la iluminación decrece rápidamente alcanzando un mínimo a mediados del verano.

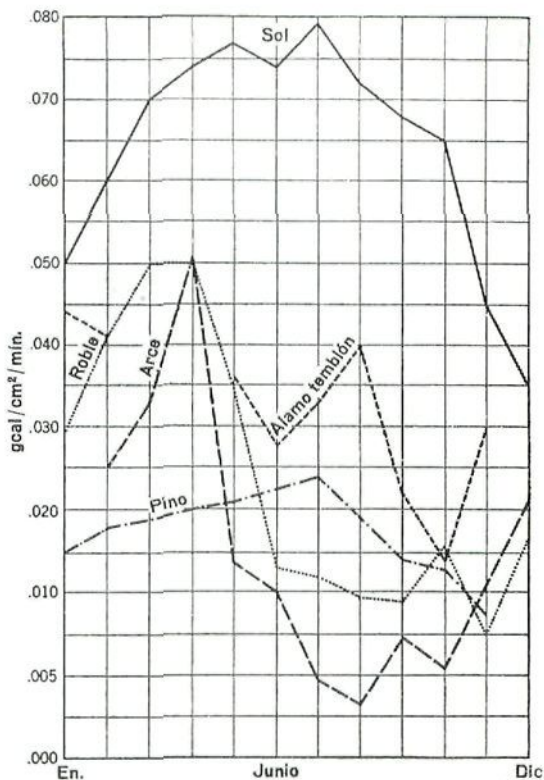


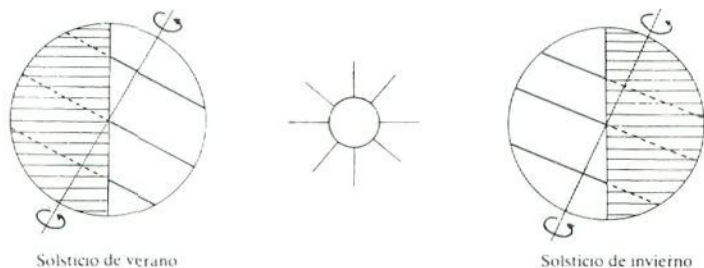
Fig. 8.— Intensidades mensuales medias máximas de la radiación solar ultravioleta en las comunidades forestales de la región septentrional de Indiana. (Strohecker, 1938).

**Duración de la luz.**— Sabemos que el día se sucede a la noche debido al movimiento de rotación de la Tierra alrededor de su eje, pero la duración del día, o mejor de las horas de luz, no es siempre la misma y tiene otras causas.

Examina detenidamente la figura n.º 9.



**¿Tiene algo que ver la duración de la noche con la estaciones? ¿a qué se debe ello?**



**Fig. 9.- Las estaciones como consecuencia de la inclinación de la Tierra.**

**Actividad.- CALCULOS PARA DETERMINAR LA TRAYECTORIA DEL SOL.**

Para conocer la cantidad de luz que llega a un lugar, debemos saber su intensidad y la duración del período de iluminación. La intensidad la medimos por un fotómetro, y la duración calculando la trayectoria del Sol por nuestro firmamento.

Al conocer el camino del Sol, no sólo sabemos cuando comienza o termina de iluminarnos, sino que podemos averiguar cuál es la sombra que arroja cualquier objeto a determinada hora del día, tanto su longitud como su dirección.

Los datos que debemos tomar para realizar la gráfica correspondiente, se obtienen mediante objetos tan sencillos como son, una brújula, una cinta métrica y un palo u otro objeto largo, que podamos situar completamente vertical y del que conoceremos previamente su longitud. (a).

A determinadas horas, situaremos el palo en un lugar soleado y mediremos, la longitud de la sombra que éste arroja (b) y la dirección de ésta con respecto al Norte,  $\beta$ , tal y como indican las figuras adjuntas.

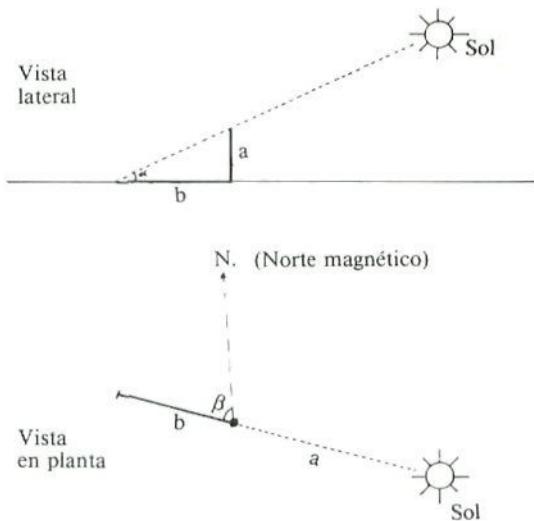


Fig. 9 Bis.- Cálculos para averiguar la altura del Sol. Las medidas a tener en cuenta son:  $b$  en cms. y  $\beta$  en grados, calculado con la brújula.

Pongamos un ejemplo concreto e hipotético. Los datos solicitados para el 14 de Febrero, a las 10 horas son los siguientes: el ángulo  $\beta$  que forma la sombra con el Norte es de  $50^\circ$ , la longitud de la sombra es de 125 cm. ( $b = 125$  cm.) y sabemos previamente que la altura de nuestro palo es de 75 cm. ( $a = 75$  cm.).

Para calcular el ángulo  $\alpha$  que forman los rayos del Sol con la superficie de la tierra que estamos pisando, dividimos la longitud del palo ( $a$ ), por la longitud de la sombra que éste proyecta ( $b$ ), es decir  $a/b$ . El resultado lo buscamos en la tabla de tangentes que se adjunta y nos indicará el ángulo citado.

En el caso que nos preocupa del 14 de Febrero tendremos:

$$\frac{a}{b} = \frac{75}{125} = 0.6 \text{ Buscando } 0.6 \text{ en la tabla obtenemos el valor de } 31^\circ$$

$$\text{luego } \alpha = 31^\circ$$

El Sol se encuentra a una altura de  $31^\circ$  en relación al punto donde nos encontramos.

TABLA PARA BUSCAR EL ANGULO  $\alpha$   
DE INCLINACION DEL SOL

a b	$\rightarrow \alpha$	a b	$\rightarrow \alpha$	a b	$\rightarrow \alpha$
0°0000	0°	0°2773	15° 30'	0°6009	31°
0°0087	0° 30'	0°2867	16°	0°6128	31° 30'
0°0171	1°	0°2962	16° 30'	0°6249	32°
0°0262	0° 30'	0°3057	17°	0°6371	32° 30'
0°0349	2°	0°3153	17° 30'	0°6494	33°
0°0436	2° 30'	0°3249	18°	0°6619	33° 30'
0°0524	3°	0°3346	18° 30'	0°6745	34°
0°0612	3° 30'	0°3443	19°	0°6873	34° 30'
0°0699	4°	0°3541	19° 30'	0°7002	35°
0°0787	4° 30'	0°3640	20°	0°7133	35° 30'
0°0875	5°	0°3739	20° 30'	0°7265	36°
0°0963	5° 30'	0°3839	21°	0°7400	36° 30'
0°1051	6°	0°3939	21° 30'	0°7536	37°
0°1139	6° 30'	0°4040	22°	0°7673	37° 30'
0°1228	7°	0°4142	22° 30'	0°7813	38°
0°1317	7° 30'	0°4245	23°	0°7954	38° 30'
0°1405	8°	0°4348	23° 30'	0°8098	39°
0°1495	8° 30'	0°4452	24°	0°8243	39° 30'
0°1584	9°	0°4557	24° 30'	0°8391	40°
0°1673	9° 30'	0°4663	25°	0°8541	40° 30'
0°1764	10°	0°4770	25° 30'	0°8693	41°
0°1853	10° 30'	0°4877	26°	0°8849	41° 30'
0°1944	11°	0°4986	26° 30'	0°9004	42°
0°2035	11° 30'	0°5095	27°	0°9163	42° 30'
0°2126	12°	0°5206	27° 30'	0°9325	43°
0°2217	12° 30'	0°5317	28°	0°9490	43° 30'
0°2309	13°	0°5430	28° 30'	0°9657	44°
0°2401	13° 30'	0°5543	29°	0°9827	44° 30'
0°2493	14°	0°5658	29° 30'	1°0000	45°
0°2586	14° 30'	05774	30°	1°0176	45° 30'
0°2679	15°	0°5894	30° 30'	1°0355	46°

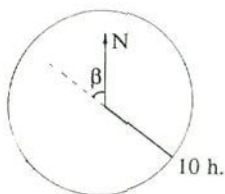
TABLA PARA BUSCAR EL ANGULO  $\alpha$   
DE INCLINACION DEL SOL (cont.)

$\frac{a}{b}$	$\rightarrow \alpha$	$\frac{a}{b}$	$\rightarrow \alpha$	$\frac{a}{b}$	$\rightarrow \alpha$
1'0538	46° 30'	1'9210	62° 30'	4'9152	78° 30'
1'0723	47°	1'9626	63°	3'1446	79°
1'0913	47° 30'	2'0057	63° 30''	5'3955	79° 30'
1'1106	48°	2'0503	64°	5'6713	80°
1'1303	48° 30'	2'0965	64° 30'	5'9758	80° 30'
1'5049	49°	2'1445	65°	6'3138	81°
1'1709	49° 30'	2'1943	65° 30'	6'6912	81° 30'
1'1918	50°	2'2460	66°	7'1154	82°
1'2123	50° 30'	2'2998	66° 30'	7'5958	82° 30'
1'2349	51°	2'3559	67°	8'1443	83°
1'2572	51° 30'	2'4142	67° 30'	8'7769	83° 30'
1'2799	52°	2'4751	68°	9'5144	84°
1'3032	52° 30'	2'5386	68° 30'	10'385	84° 30'
1'3270	53°	2'6051	69°	11'430	85°
1'3514	53° 30'	2'6746	69° 30'	12'706	85° 30'
1'3764	54°	2'7475	70°	14'301	86°
1'4019	54° 30'	2'8239	70° 30'	16'350	86° 30'
1'4281	55°	2'9042	71°	19'0817	87°
1'4550	55° 30'	2'9887	71° 30'	22'904	87° 30'
1'4826	56°	3'0777	72°	28'636	88°
1'5108	56° 30'	3'1716	72° 30'	38'188	88° 30'
1'5399	57°	3.2709	73°	57'290	89°
1'5697	57° 30'	3'3759	73° 30'	14'51	89° 30'
1'6003	58°	3'4873	74°	-	90°
1'6319	58° 30'	3'6059	74° 30'		
1'6643	59°	3'7321	75°		
1'6877	59° 30'	3'8667	75° 30'		
1'7321	60°	4'0108	76°		
1'7675	60° 30'	4'1653	76° 30'		
1'8040	61°	4'3315	77°		
1'8418	61° 30'	4'5107	77° 30'		
1'8807	62°	4'7046	78°		

Los datos que se recogen, los debemos situar en una circunferencia, que representa el cielo que tenemos encima y por donde el Sol realiza su trayectoria. Para ello haremos las siguientes operaciones:

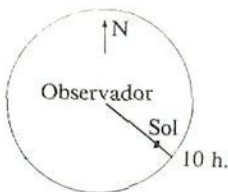


En primer lugar, nos situaremos nosotros en el centro de la circunferencia e indicaremos la posición del Norte.

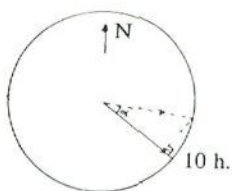


Situaremos en el centro de la circunferencia el ángulo  $\beta$  que hace la sombra del palo con el Norte (en este caso  $50^\circ$ ).

En la parte opuesta estará el Sol. Señalaremos la hora de la lectura.



Ahora debemos indicar la elevación a la que se encuentra el Sol en ese momento, es decir, el ángulo  $\alpha$  que previamente hemos calculado con la ayuda de las tablas. En el Mediodía el Sol pasará más cerca del observador que por la mañana o la tarde, ya que está más alto.



**Fig. 10.- Situación del Sol en el horizonte.**

Para situar la posición del Sol, realizaremos las siguientes operaciones:

Colocamos en el centro de la circunferencia, el ángulo  $\alpha$ , en este caso  $31^\circ$ , con un transportador de ángulos, tomando como base de dicho ángulo, el radio horario.

Trazamos el correspondiente lado que delimita el ángulo  $\alpha$ , y en el punto intersección con la circunferencia, bajamos una perpendicular al radio horario, que en su confluencia nos indicará la situación del sol sobre el firmamento en ese momento.

Este mismo procedimiento debemos repetirlo unas cuantas veces, para que, al unir los puntos calculados, obtengamos la trayectoria del Sol por el firmamento, y con ella conocer su inclinación en el horizonte, y por tanto las longitudes y direcciones de las sombras que los objetos arrojan.

A continuación se reproduce la trayectoria del Sol sobre la ciudad de Carcaixent, en los días 21 de Junio, y 22 de Diciembre.

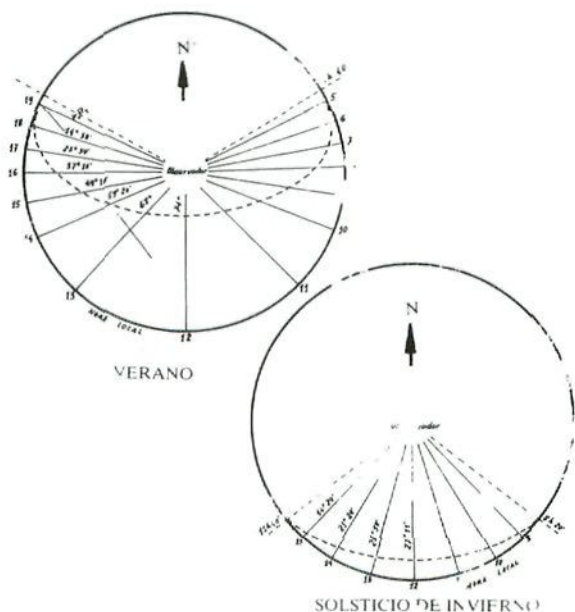


Fig. 10 Bis.— Diagramas de Fischer de la ciudad de Carcaixent ( $39^{\circ}9'$  latitud N).



**Actividad.**— – Seguimiento del curso del Sol.- Tomad un palo de una longitud determinada, por ejemplo 1,30 mts., y en un lugar apropiado, colocarlo verticalmente enterrando para ello 30 cmts. bajo el suelo. Medir la sombra que produce y la dirección de la misma, y con ellos sabremos el ángulo que forma el Sol con el horizonte.

– Comentar la influencia e importancia que tiene la luz sobre los organismos, tanto en vegetales (fotosíntesis, disposición de las hojas y distribución de las especies), como en animales (coloración y distribución, incluyendo las zonas acuáticas).

Hay que tener en cuenta que la luz solar atraviesa la Atmósfera, pero no lo puede hacer con la Hidrosfera, ya que los rayos solares no descienden más de 100 ó 200 mts. dependiendo de la nitidez de las aguas. Ello hace que a ésta la dividamos en dos partes, la zona fótica o iluminada y la afótica, donde no llega la luz.

**Curiosidad.**— El Reloj biológico.

“Los organismos no sólo se adaptan al ambiente físico en el sentido de tolerarlo, sino que se “sirven” de las periodicidades naturales del medio físico para reglamentar sus actividades y “programar” sus vidas de modo que puedan sacar provecho de las condiciones favorables”.

“Uno de los datos más seguros mediante los cuales los organismos regulan sus actividades temporales en las zonas templadas, es el de la duración del día o fotoperíodo. En contraste con otros factores más estacionales, la duración del día es siempre la misma en una estación y localidad determinada”.

“El fotoperíodo es el regulador cronométrico o el disparador que pone en marcha sucesiones fisiológicas que producen el desarrollo y el florecimiento de muchas plantas, así como la muda, la deposición de grasa, la migración y la cría en muchas aves y muchos mamíferos, y también el principio de la diapausa (fase de reposo) en los insectos. La fotoperiodicidad está asociada a lo que actualmente se conoce de modo muy generalizado como el reloj biológico.”

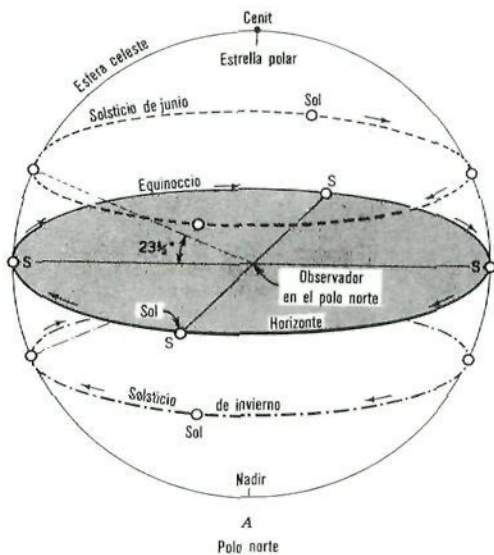
“El largo del día actúa a través de un receptor sensible, como el ojo en animales o un pigmento especial en las hojas de las plantas, que acciona a su vez uno o más sistemas adosados de hormonas y enzimas que producen la respuesta fisiológica o de comportamiento”.

“Entre las plantas superiores, algunas especies florecen al alargarse el día y se les designa como plantas de día largo, en tanto que otras florecen en los días breves (de menos de 12 horas) y se les llama plantas de día corto”.

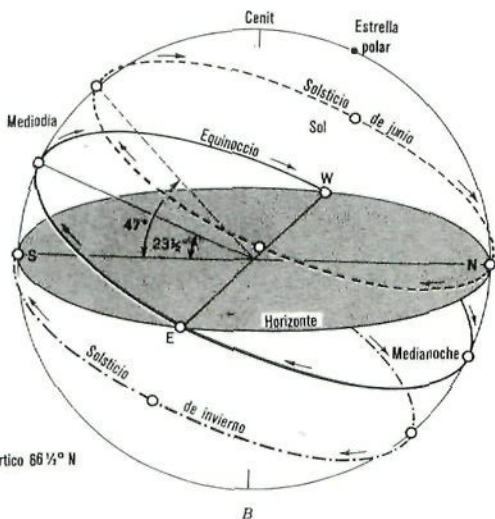
“La fotoperiodicidad es notable en algunos insectos, porque proporciona una especie de “control del nacimiento”. En efecto, los días de fines de la primavera y principio del verano estimulan el “cerebro” (de hecho, un ganglio del cordón nervioso) para producción de una diapausa o huevo de reposo, que no empollará hasta la primavera siguiente, por muy favorables que sean la temperatura, el alimento y las demás condiciones. De esta forma el aumento de la población es detenido antes que el suministro de alimento se haga crítico, en lugar de hacerlo después”.

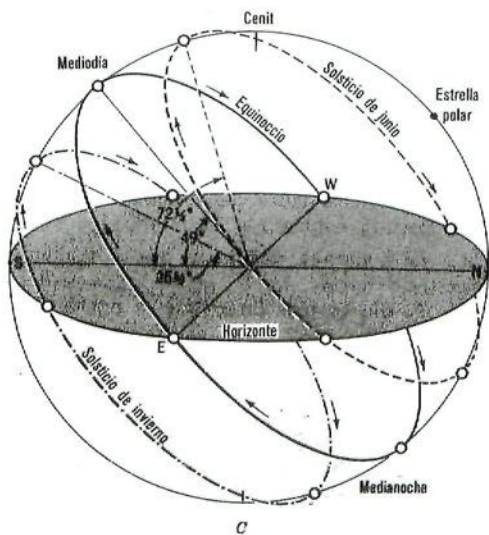
“En violento contraste con el largo del día, la lluvia es sumamente difícil de anticipar en el desierto; sin embargo, las plantas anuales, que constituyen la mayor parte de las especies en flor del desierto, se sirven como regulador de este factor. Las semillas de muchas especies contienen un inhibidor de la germinación que ha de ser lavado por una cantidad mínima de precipitación pluvial, que proporcionará el agua necesaria para completar el ciclo vital de retorno a las semillas. Si estas semillas se ponen en suelo húmedo en el invierno, no germinan, pero lo hacen rápidamente, en cambio, cuando se las trata con un rociado artificial de magnitud suficiente, las semillas podrán permanecer viables en el suelo, por muchos años, “esperando” en cierto modo, la lluvia apropiada; esto explica por qué los desiertos “florecen”, esto es, se cubren rápidamente de flores después de una precipitación pluvial”.



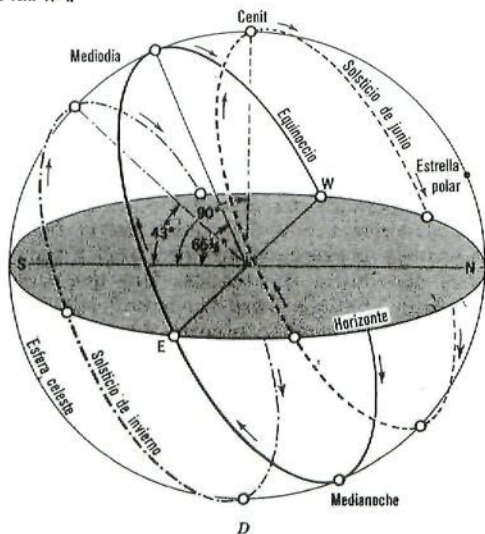


Circulo polar ártico  $66\frac{1}{4}^\circ$  N

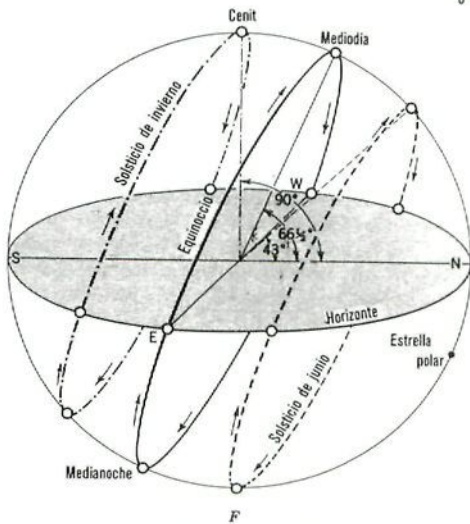
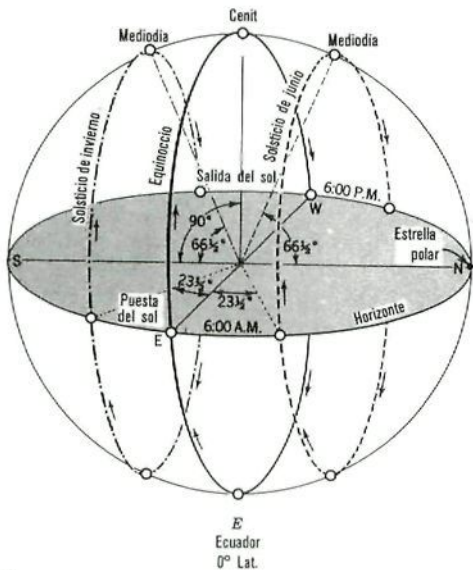


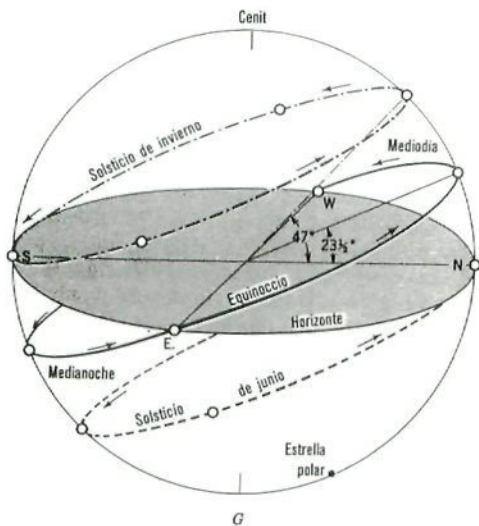


C  
Nueva York 41° N



D  
Trópico de Cáncer 23 1/2° N





Círculo polar antártico  $66\frac{1}{2}^{\circ}$  S

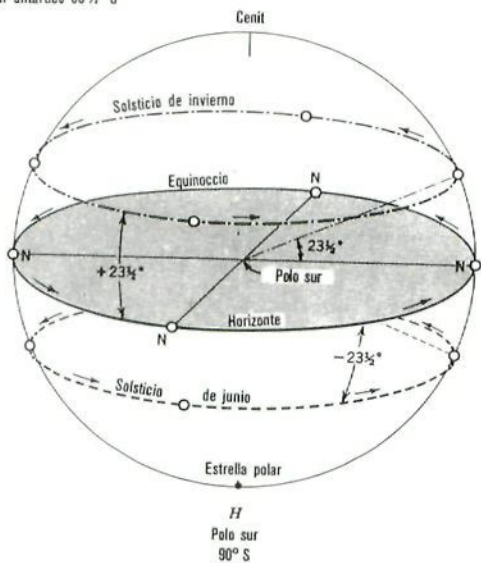


Fig. 11. Págs. 43 a 46.— Para un observador situado sobre la superficie terrestre, ésta es un disco plano y horizontal. El sol, la luna y las estrellas parecen moverse sobre la cara interna de una cúpula semiesférica, situada sobre él. En estos esquemas se muestra el recorrido del sol en el cielo en los equinoccios y en los solsticios, en diversas latitudes.

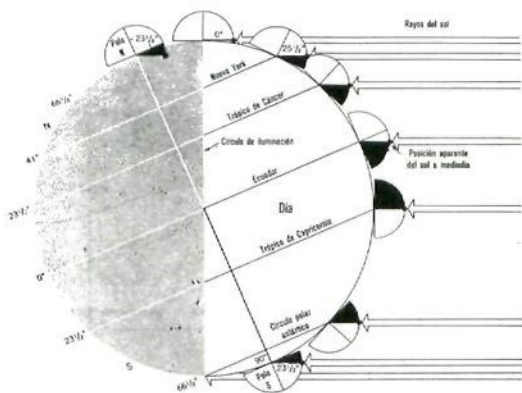


Fig. 12.— Solsticio de invierno. (De A. N. Strahler, 1963. The Earth Sciences, Haper and Row, Inc., Nueva York).

## TEMPERATURA

La temperatura de un medio es indicación de la cantidad de energía calorífica existente en el mismo, y se debe a la energía cinética (energía de movimiento) de las moléculas. A mayor temperatura, mayor energía de movimiento molecular.

La temperatura ejerce una influencia directa y predominante sobre la vida de los organismos.

**Ante los datos de las tablas siguientes, comentar la importancia de la temperatura e inducir los conceptos de temperatura máxima, mínima y óptima.**

**RELACIONES CON LA TEMPERATURA DEL CLADOCERO  
*Daphnia magna***

° C	Duración media de la vida (días)	Tiempo necesario para la producción de la primera cría (días)	Promedio de individuos
8	108	-	-
10	88	-	-
12	-	16	6
18	40	8	24
23	-	6	9
28	26	-	-

**RELACIONES ENTRE LA TEMPERATURA Y EL CRECIMIENTO DEL EMBRION DEL GUISANTE EXPRESADO POR EL ALARGAMIENTO DEL HIPOCOTILEO**

Temperatura ° C	Crecimiento mm. por día
14,1	5
18,0	8
23,5	30
26,6	54
28,5	40
33,5	23
36,5	9

También es sumamente importante el **grado de variación** de la temperatura, pues una temperatura que oscile entre los 10° y los 20° C, con un promedio de 15° C no ejerce necesariamente sobre los organismos el mismo efecto que una temperatura constante de 15° C. Por ejemplo, unos huevos de saltamontes mantenidos a temperatura variable, mostraban una aceleración media del 38% en su desarrollo, con respecto al que experimentan a una temperatura constante.

### **¿De qué dependen las variaciones estacional y diaria de la temperatura en un determinado lugar?**

La temperatura de un lugar depende, además de por su latitud, de su **proximidad al mar**, pues el agua realiza una acción compensadora beneficiosa sobre la zona de tierra que está junto a ella, ya que se enfría y se calienta con más lentitud que el suelo, y ello ocurre por cuatro factores o propiedades del agua.

– Transparencia del agua, por lo que los rayos solares penetran en ella con mucha más facilidad que lo hacen con el suelo.

– Movimiento de ascenso y descenso del agua, lo que permite la distribución del calor; propiedad ésta del movimiento, que no poseen las partículas del suelo.

– Evaporación continua de agua a partir de su superficie, con la pérdida de calor que supone el paso de líquido a vapor.

– Elevado calor específico, que significa que necesita absorber una gran cantidad de energía calorífica para elevar su temperatura.

**Observar y comentar la fig. 13, en la que se esquematiza los factores mencionados que permiten un calentamiento de la superficie del suelo, con mayor**



rapidez e intensidad que la superficie del agua.

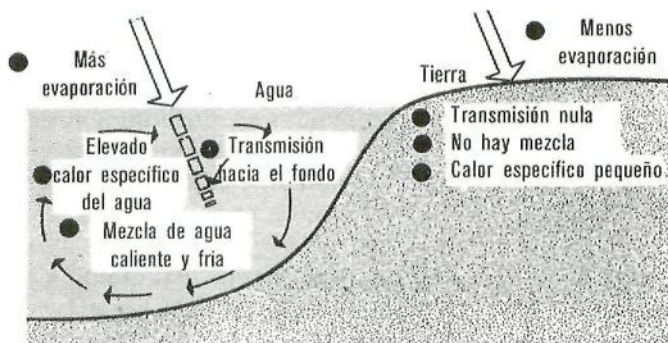


Fig. 13.- La superficie del suelo se calienta con mayor rapidez e intensidad que la superficie del océano a causa de las cuatro diferencias físicas que existen entre ambas sustancias.

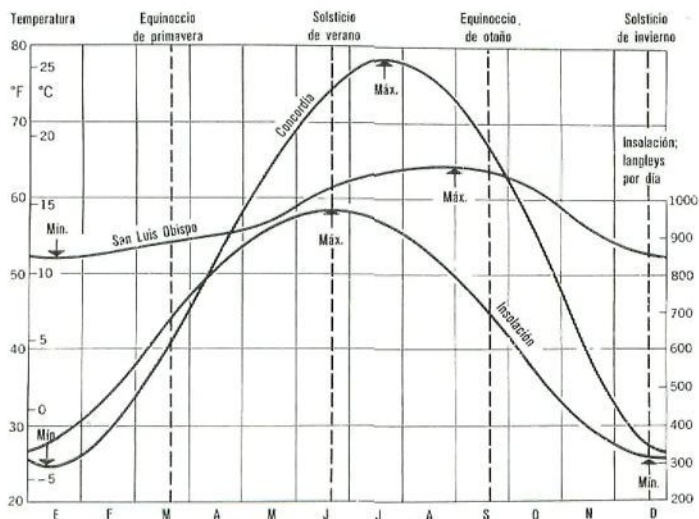


Fig. 14.- El ciclo anual de temperatura en dos estaciones de latitudes medias. (Datos del Departamento de Agricultura de los EE.UU. de A.N. Strahler, 1963. The Earth Sciences, Harper and Row, Nueva York).



RELACION ENTRE LA TEMPERATURA Y LA VELOCIDAD DE DESARROLLO DE LOS HUEVOS EN UN PEZ DE AGUAS FRIAS Y EN OTRO DE AGUAS CALIENTES

Bacalao	Caballa
-2°C No se desarrolla (cero ecológico)	+8°C No se desarrolla
-1° Eclisión al cabo de 42 días	10 Eclisión al cabo de 207 horas
+3                   23	12                   150
5                    18	15                   105
8                    13	18                   70
10                   10,5	20                   60
12                   9,7	21                   50
14                   8,5	23 No se desarrolla
16 No se desarrolla	-

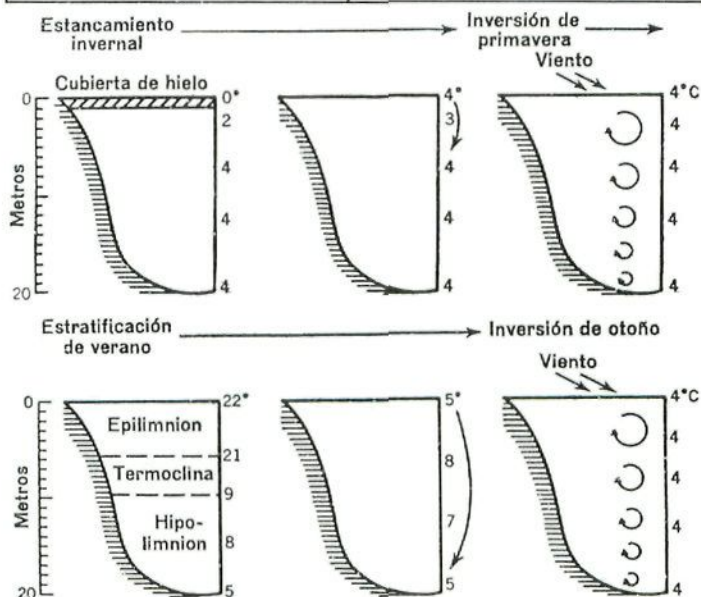


Fig. 15.- Diagramas correspondientes a los cortes verticales de un lago profundo.

**Actividad.**— Sobre la gráfica de la figura 14, que representa las temperaturas medias diarias de dos estaciones, una situada en el interior del continente y otra en la costa.

- Averiguar qué gráfica pertenece a cada estación y por qué.

- Comentar las gráficas, haciendo especial mención en dos puntos:

- a) En la diferente variación de la temperatura que existe en las dos estaciones.

- b) En los desplazamientos de uno y dos meses de las máximas y mínimas en relación con los momentos de mayor y menor insolación.

— Realizar comentarios acerca de la influencia que tiene la temperatura sobre los organismos. A título de ejemplo se exponen dos tablas con diversos datos. La primera con el desarrollo de los huevos del Bacalao y la Caballa, y la segunda, con el comportamiento térmico de la Mosca común.

COMPORTAMIENTO TERMICO DE LA MOSCA COMUN		
<i>Musca doméstica</i>		
Muerte —————	46,5°C al cabo de pocos minutos	} Temperatura máxima de supervivencia
Coma por el calor —	44,6	
Actividad excesiva —	40,1	} Temperatura máxima efectiva Ambiente de temperatura efectiva Temperatura mínima efectiva
Movimiento rápido —	27,9	
Actividad normal —	{ 23	
	{ 15	
Movimiento débil —	10,8	
Comienzo del movimiento —————	6,7	
Coma por el frío —	6,0	
Muerte —————	-5,0 al cabo de 40 m.	} Temperatura mínima de supervivencia
	-8,0 al cabo de 20 m.	
	-12,0 al cabo de 5 m.	

- Comentar la importancia que tiene el hecho de que el agua, al convertirse en hielo, tenga menor densidad y flote, especialmente en relación con la conservación de la vida en los lagos profundos. ¿Qué ocurriría en la vida del lago, si el agua al convertirse en hielo pesase más que en su fase líquida y se hundiera?

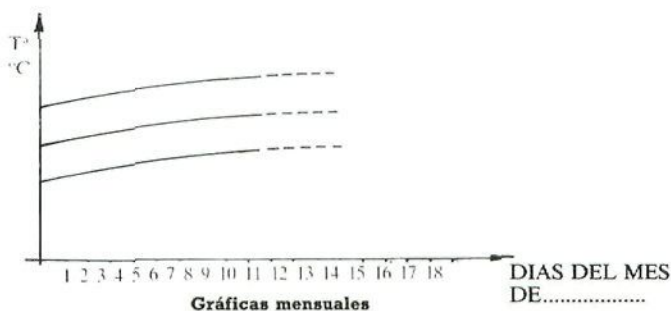
- Comentar el efecto de la temperatura, especialmente de sus variaciones bruscas, sobre los materiales que componen las rocas.

- Realizar un estudio de la temperatura atmosférica y de sus variaciones, en un área determinada.

Para efectuar las mediciones necesarias se requiere un *termómetro de máxima y mínima*, situado a la sombra, aireado, y a una cierta distancia del suelo, como de un metro aproximadamente.

Ya hemos visto, que además de las temperaturas medias, es de gran importancia su grado de variabilidad, por lo que deberemos tenerlo en cuenta.

El registro de las temperaturas debe ser diaria y cumplimentar una ficha semejante a la que se expone a continuación. Con estas anotaciones podemos hacer las gráficas de temperaturas máximas, mínimas y medias mensuales.



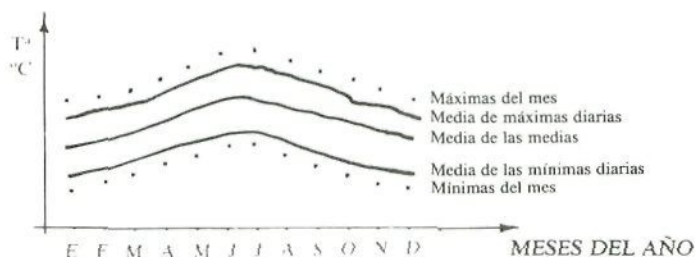
Días	T. <sup>a</sup> Máxima diaria Mx.	T. <sup>a</sup> Media diaria Md.	T. <sup>a</sup> Mínima diaria Ma.
1	.....	.....	.....
2	.....	.....	.....
3	.....	.....	.....
4	.....	.....	.....
5	.....	.....	.....
6	.....	.....	.....
7	.....	.....	.....
8	.....	.....	.....
9	.....	.....	.....
10	.....	.....	.....
11	.....	.....	.....
12	.....	.....	.....
13	.....	.....	.....
14	.....	.....	.....
15	.....	.....	.....
16	.....	.....	.....
17	.....	.....	.....
18	.....	.....	.....
19	.....	.....	.....
20	.....	.....	.....
21	.....	.....	.....
22	.....	.....	.....
23	.....	.....	.....
24	.....	.....	.....
25	.....	.....	.....
26	.....	.....	.....
27	.....	.....	.....
28	.....	.....	.....
29	.....	.....	.....
30	.....	.....	.....
31	.....	.....	.....

Mes de ..... Máxima absoluta del mes ..... Media de las Máximas diarias ..... Media de las Medias ..... Media de las Mínimas diarias ..... Mínima absoluta del mes .....
---

Para hacer un estudio anual, debemos llenar una ficha en la que constatemos los datos más relevantes de cada mes, para ello, todas las mediciones diarias correspondientes al mismo mes, debemos agruparlas extrayendo la media de las máximas, la media de las mínimas y la media de las medias, sin dejar de constatar puntualmente las máximas y mínimas absolutas del mes en cuestión.

Con todo ello realizaremos la correspondiente gráfica.

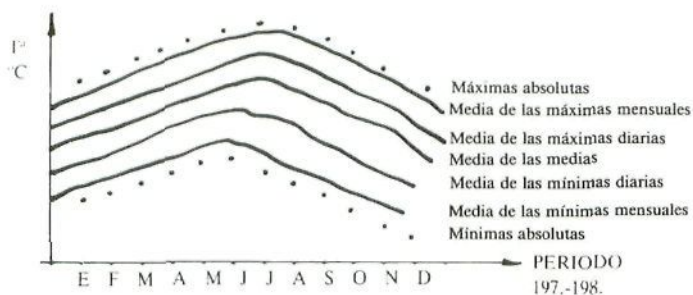
Año de .....	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mx. absoluta del mes												
Media de Máximas diarias												
Media de las Medias												
Media de Mínimas diarias												
Mn. absoluta del mes												



**Gráficas de las temperaturas del año**

Para realizar un estudio adecuado de la temperatura de un lugar se necesitan los datos de un periodo de tiempo de 10 años como mínimo. El cuadro a cumplimentar entonces se complica ligeramente.

Periodo 197...-198...	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Máxima absoluta .....												
Media de las Máximas del mes .....												
Media de las Máximas diarias .....												
Media de las Medias .....												
Media de las Mínimas diarias .....												
Media de las Mínimas del mes .....												
Mínima absoluta .....												



Gráfica de las Temperaturas del periodo 197...-198...

## AGUA

El agua es uno de los factores físicos más importantes debido a que es imposible la vida sin ella.

Señalar alguna de las causas de la importancia del agua para la vida.

Comentar la influencia que tiene el agua sobre la vida de los organismos. Para ello puede servir el estudio de supervivencia del escarabajo de la harina (*tribolium*) y la distribución de los árboles en las distintas laderas de una determinada colina, teniendo en cuenta que la humedad en la ladera Norte es superior a la del Sur.

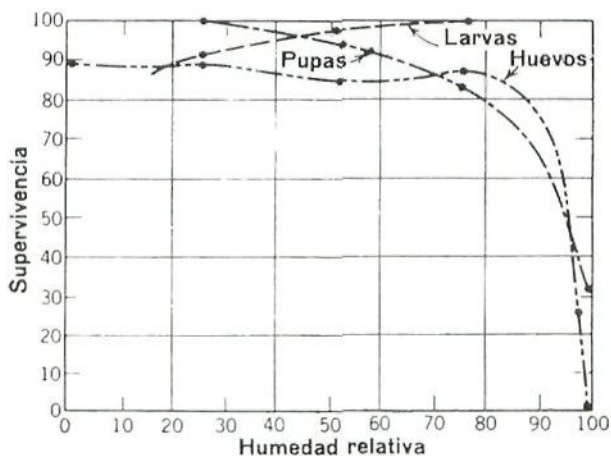


Fig. 16.- Supervivencia de las fases indicadas del *Tribolium confusum* para diferentes humedades relativas bajo la temperatura constante de 27°C. (Con autorización de *Animal Ecology*, por Chapman, 1931, McGraw-Hill Book Co.).



Especies	Ladera Norte	Ladera Sur
Arce	202	31
Haya	112	0
Roble blanco	0	80
Roble negro	0	70
Nogal americano	4	44

La única fuente de agua para el ambiente terrestre, es la condensación de la que se encuentra en la Atmósfera, especialmente en forma de lluvia.

Las **nubes** no son otra cosa que grandes acumulaciones de diminutas gotas de agua sobre partículas de polvo, las cuales cuando sufren un descenso de la temperatura precipitan en forma de lluvia.

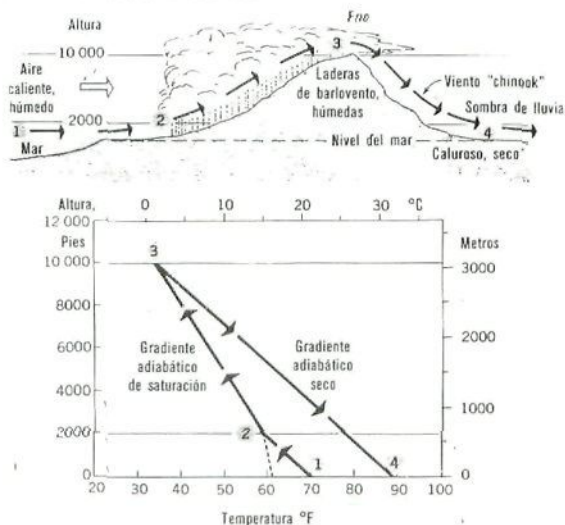


Fig. 17.- El ascenso forzado de las masas de aire oceánicas provoca lluvias intensas y desiertos de sombra de lluvia.



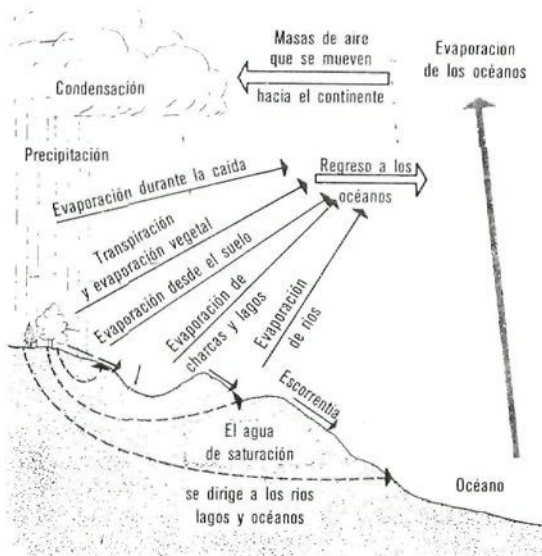


Fig. 18.- El ciclo hidrológico transporta a la humedad desde su lugar de procedencia en el océano hasta las áreas continentales y de allí es devuelta al mar por diferentes caminos. (Según Hotzman).

**Comentar las figs. 17 y 18 sobre el ciclo hidrológico y una de las causas de la lluvia.**

No sólo es en el medio aéreo, donde los organismos pueden tener problemas por falta de agua. Esto también puede ocurrir en algunos medios acuáticos, como por ejemplo el marino, donde debido a la salinidad del agua, la presión osmótica del medio externo es superior a la del medio interno de los seres vivos y el agua de los organismos escapa hacia el exterior.

Para comprender bien este proceso, se necesita entender los fenómenos osmóticos. El agua tiende a alcanzar el nivel de equilibrio y para ello se sitúan el mismo número de moléculas por todas las partes. Una disolu-

ción de agua con cualquier otro producto, contiene proporcionalmente menor número de moléculas de agua que si se tratase de agua pura, por lo que al ponerse en contacto ambas fases, las moléculas de agua tratarán de encontrarse en la misma concentración en todos los lugares, por lo que habrá un movimiento neto de agua desde los lugares con mayor concentración de ésta, hacia donde se encuentra en menor proporción.

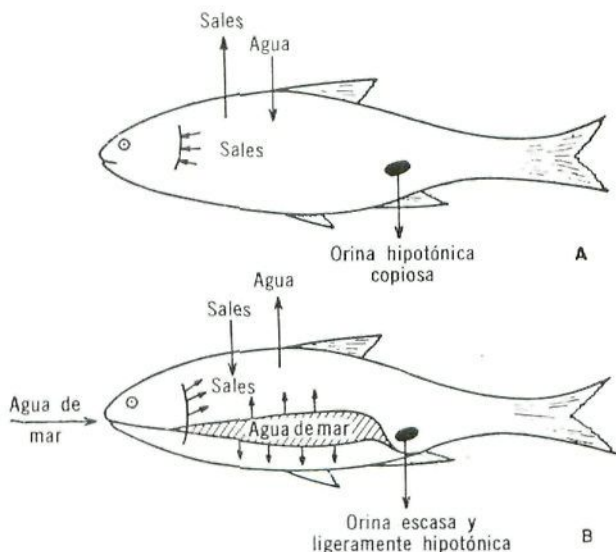


Fig. 19.- Osmoregulación en los peces.

**Comenta la fig. 19, en la que se compara la osmoregulación de un pez de agua dulce con otro de agua salada.**

**Actividad.**— Medir la pluviosidad en un lugar determinado.

Para ello se utiliza el pluviómetro, que básicamente consiste en un recipiente de fondo plano y paredes verticales, que recoge el agua caída. La precipitación se mide anotando la altura en mm., que haya alcanzado el agua en el recipiente y refiriéndose a un tiempo determinado. El período de tiempo no debe ser muy largo para evitar evaporaciones. Un mm. de altura significa un litro de agua caída en un m<sup>2</sup> de superficie.

Para mejorar la precisión del pluviómetro, se aumenta el área de recogida mediante un embudo de boca ancha que se sitúa sobre el recipiente. Entonces hay que tener en cuenta que el agua que recoge la vasija pertenece al agua caída en el área que delimita el embudo. Un sencillo cálculo nos permite precisar la precipitación real: el área del embudo expresado en cm<sup>3</sup>, equivale a 1 cm. de lluvia, o mejor 10 mm. ó 10 l/m<sup>2</sup>. Así, si la superficie del embudo es de 20 cm<sup>2</sup>, y se recogen 50 cm<sup>3</sup> de agua en la probeta, significa que el agua que ha caído son 25 l/m<sup>2</sup>, o bien simplemente 25 mm.

La relación es la siguiente:

Si 20 cm<sup>3</sup> equivalen a 10 mm. de lluvia

50 cm<sup>3</sup> equivaldrán a X mm. de lluvia

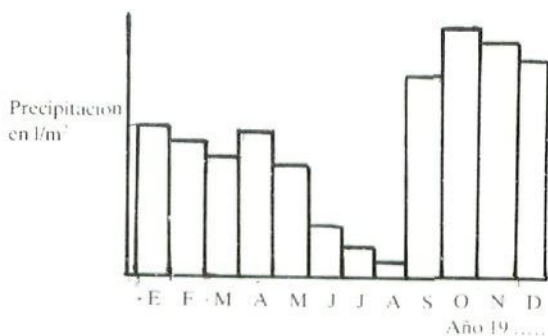
$$x = \frac{50 \times 10}{20} = 25 \text{ mm. de lluvia}$$



Fig. 20.— Pluviómetro.

Con los datos obtenidos se construye un diagrama de barras que facilita la interpretación.

Para hacer los estudios climáticos, se requiere la observación de un largo período de tiempo, 10 años como mínimo, por lo que se sugiere la posibilidad de consultar los datos de las estaciones meteorológicas que poseen los Servicios Meteorológicos Nacionales, el Ministerio de Agricultura (I.N.I.A.) o las Confederaciones hidrográficas.



## ACCION CONJUNTA DE LOS FACTORES FISICOS

Los factores que operan en un Ecosistema no lo hacen individualmente, por ejemplo es difícil separar en la insolación, los efectos de la iluminación y la temperatura. Pero la acción conjunta de la temperatura y del agua produce un efecto de la mayor importancia en el Ecosistema. Vamos a dedicar una atención especial a sus consecuencias.

Tres son los principales efectos a considerar: la humedad del suelo, la humedad del aire, y la pérdida de agua o evapo-transpiración.

**Humedad del aire** es la cantidad de vapor de agua que existe en el aire, la cual está en relación con la temperatura. A cada temperatura le corresponde un límite característico de este vapor, denominado punto de saturación, de manera que a mayor temperatura del aire, éste permite mayor cantidad de vapor de agua, es decir, el punto de saturación es más elevado.

Pero lo efectivo no es conocer este tipo de humedad, que denominamos *Absoluta*, sino el cociente entre la cantidad de vapor de agua contenido en la atmósfera y la máxima que podría contener a la temperatura dada. Esta relación que se da en %, se denomina *Humedad Relativa*, y cuando es del 100% significa que el aire no puede albergar mayor cantidad de vapor de agua y se ha llegado al punto de saturación.

En la gráfica que se adjunta, se representa la temperatura del aire a lo largo del día, y sobrepuesta con ella, la variación de la humedad relativa. Se entiende que la cantidad de vapor de agua contenido en la Atmósfera es siempre la misma. (Fig. 21).

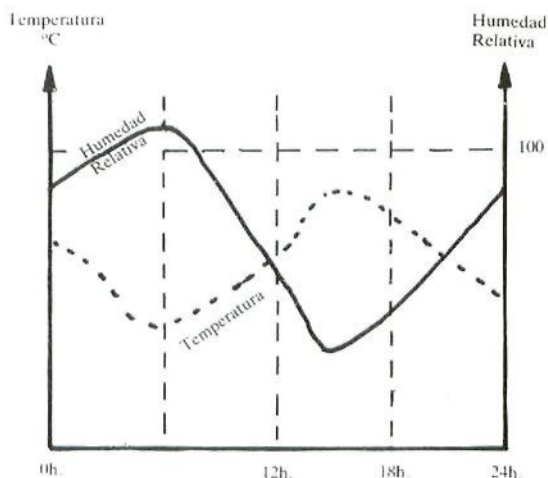


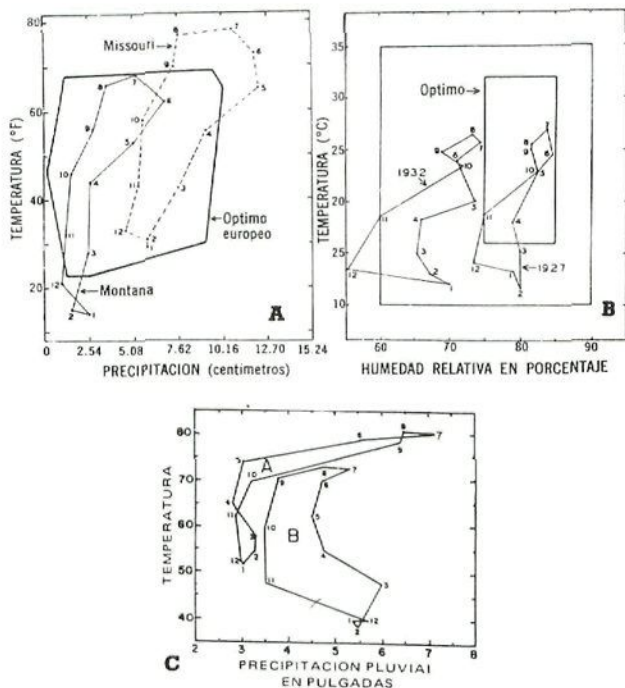
Fig. 21.— Relación entre la temperatura y la humedad relativa en el ciclo diario.

**Comentar la gráfica de la relación entre la temperatura y la humedad relativa, explicando los motivos por los que al amanecer, se forma una niebla baja y unas gotas de rocío sobre los vegetales y objetos fríos. ¿En qué condiciones, este rocío se puede convertir en escarcha?**

Relacionando la temperatura con la precipitación o la humedad, se pueden hacer unas gráficas que se denominan *climógrafos*, o diagramas de termohietas, en los que en el eje de las X se ponen las precipitaciones y en el eje de las Y las temperaturas. Los meses se indican con números, empezando Enero con el n.º 1. De esta forma resulta un polígono de 12 lados, que permite la comparación fácilmente entre las condiciones climáticas de distintos lugares.



**Comentar los climógrafos de las estaciones A y B, y la gráfica C que se adjunta.**



**Fig. 22.- Representación de varios climógrafos.**

Para medir la Humedad Relativa se utiliza el *Psicrómetro*, el cual consta de dos termómetros, uno de ellos con el depósito de mercurio envuelto en un tejido húmedo, mediante una mecha que está en contacto con el agua. Si el aire está saturado (H. R. 100%) el tejido húmedo no experimentará evaporación y ambos termómetros marcan la misma temperatura. Si el aire no está saturado, tiene

lugar la evaporación y en consecuencia un enfriamiento del termómetro mojado, que será mayor cuanto más seco esté el ambiente. La diferencia de temperaturas entre los dos termómetros, llevada a una tabla especial, nos dará la Humedad Relativa que existe.

## DIFERENCIAS PSICROMETRICAS

Temperatura seca	Diferencia entre el termómetro seco y el húmedo																																				
	5°	1/2°	1°	1 1/2°	2°	2 1/2°	3°	3 1/2°	4°	4 1/2°	5°	5 1/2°	6°	6 1/2°	7°	7 1/2°	8°	8 1/2°	9°	9 1/2°	10°	10 1/2°	11°	11 1/2°	12°	12 1/2°	13°	13 1/2°	14°	14 1/2°	15°	15 1/2°	16°	16 1/2°	17°		
0	100	90	80	72	64	55	46	42	35	30	24	19	15	10	5																						
1	100	90	80	73	64	55	46	42	35	30	24	19	15	10	5																						
2	100	90	81	73	64	55	46	42	35	30	24	19	15	10	5																						
3	100	91	83	74	65	57	48	43	35	30	24	19	15	10	5																						
4	100	91	83	75	66	59	50	45	35	30	24	19	15	10	5																						
5	100	92	84	76	65	60	52	48	38	31	24	19	15	10	5																						
6	100	92	85	77	70	62	55	50	41	34	27	20	15	10	5																						
7	100	92	85	77	71	63	57	52	44	37	30	24	18	12	5																						
8	100	93	86	79	72	65	58	53	46	40	33	27	21	15	9	3																					
9	100	93	86	79	72	66	60	54	45	42	35	30	24	18	13	7	5																				
10	100	93	87	80	74	68	62	56	50	44	38	33	27	21	16	10	5																				
11	100	93	87	82	75	69	62	57	52	46	40	35	30	24	19	13	8	4																			
12	100	93	87	82	76	70	63	58	53	48	42	37	32	27	22	17	12	7																			
13	100	93	88	82	77	71	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	6																		
14	100	94	88	83	77	72	66	61	56	52	47	42	37	32	27	23	18	13	9	6																	
15	100	94	89	83	78	73	67	62	57	53	49	44	39	34	30	25	21	17	12	8	5																
16	100	94	89	83	79	74	69	63	59	55	50	46	41	36	32	27	23	19	15	11	7																
17	100	95	90	84	80	75	70	64	60	56	52	48	43	38	34	30	24	22	18	14	10	7															
18	100	95	90	85	80	76	71	65	61	57	53	49	45	40	37	32	28	24	20	16	13	10	6														
19	100	95	90	85	81	77	72	66	62	58	55	51	47	42	38	34	30	27	23	20	15	12	8	5													
20	100	95	90	85	82	77	72	68	63	60	56	52	48	44	41	37	32	29	25	22	18	15	11	8	5												
21	100	95	91	86	82	78	73	69	64	60	57	53	49	46	42	38	34	31	27	24	21	17	13	11	7	4											
22	100	95	91	87	82	78	74	70	65	62	57	54	51	47	43	40	37	33	29	26	23	20	16	13	10	7	4										
23	100	95	91	87	83	79	75	70	66	63	58	56	52	48	45	41	38	35	31	28	25	22	18	15	12	10	7	4									
24	100	95	92	87	83	79	76	71	67	63	60	57	53	50	46	43	39	37	33	30	27	23	21	18	15	12	9	7	4								
25	100	96	92	87	83	80	76	72	68	63	61	58	54	51	48	45	41	38	35	32	28	25	23	20	17	14	12	8	6	3							
26	100	96	92	87	84	80	77	73	69	65	62	58	56	52	48	46	42	39	37	33	30	27	24	22	19	16	14	11	8	6	3						
27	100	96	92	88	84	81	77	73	70	66	62	59	57	53	50	47	43	39	37	33	32	29	27	24	21	18	16	13	10	8	6	3					
28	100	96	92	88	84	81	78	74	70	67	63	60	57	54	51	48	45	42	38	36	33	31	28	25	23	20	18	15	12	10	8	5	3				
29	100	96	92	88	85	82	78	75	71	67	64	61	58	55	52	49	46	43	40	38	35	32	30	27	24	22	19	17	14	12	10	7	5	3			
30	100	96	93	89	85	82	78	75	72	68	65	62	58	56	53	50	47	44	42	39	36	33	31	28	26	23	21	18	16	13	11	9	7	5	3		
31	100	96	93	89	86	82	79	76	73	69	66	63	60	57	54	51	48	45	43	40	38	35	32	30	28	25	23	20	18	16	13	11	9	7	5		
32	100	96	93	89	86	83	79	76	73	70	67	63	60	58	55	52	49	47	43	41	39	37	34	31	29	27	24	22	20	17	15	13	11	9	7		
33	100	96	93	89	86	83	80	77	73	70	67	64	61	58	56	53	50	48	45	43	40	38	35	33	30	28	26	24	22	19	17	15	13	11	9		
34	100	96	93	90	87	83	80	77	74	71	68	64	62	59	57	53	51	48	46	43	41	38	36	34	32	29	27	25	23	21	18	16	14	12	11		
35	100	96	93	90	87	83	80	77	74	72	68	65	63	60	58	54	52	49	47	44	42	40	37	35	33	31	29	27	24	22	20	18	16	14	12		
36	100	96	93	90	87	83	81	78	75	72	69	66	63	60	58	55	53	50	48	45	43	41	38	37	33	32	30	27	26	24	22	20	18	16	14		
37	100	96	93	90	87	84	81	78	75	72	69	67	64	61	59	56	53	51	49	46	44	42	39	37	35	33	31	29	27	26	25	23	21	19	17	16	
38	100	96	93	90	87	84	82	78	76	73	70	68	64	62	59	57	54	52	49	47	45	43	41	38	36	34	32	30	28	26	24	22	21	19	17	16	
39	100	96	93	90	87	84	82	78	76	73	70	68	65	63	60	58	55	53	50	48	46	44	42	39	37	35	33	31	29	27	26	24	22	20	19	17	



Otro aparato, mucho más sencillo que el anterior, es el *Higrómetro*, que mide la *Humedad Relativa* de manera cualitativa. El modelo más sencillo se basa en la propiedad que tienen los cabellos humanos, especialmente el rubio si está bien desengrasado, de alargarse por la absorción del vapor de agua atmosférico, y de contraerse ante la sequedad ambiental. El reflejo de estos cambios de longitud en una escala graduada, nos indica aproximadamente la *Humedad Relativa* existente.

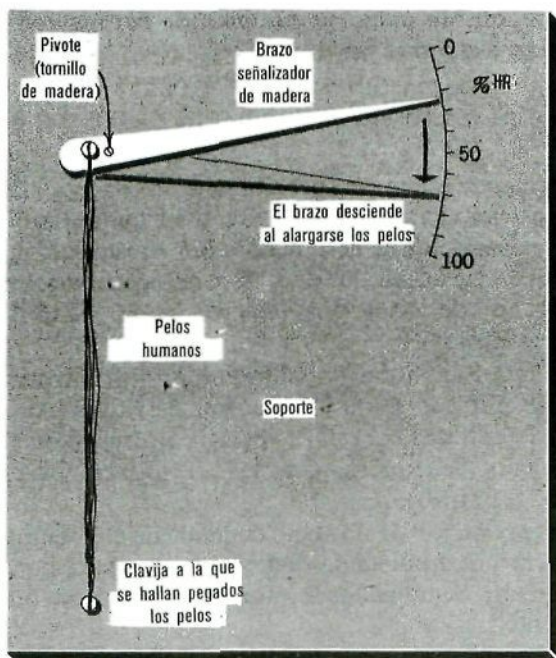


Fig. 23.— Higrómetro simple construido con unos pelos humanos.

**Humedad del Suelo y Evaporación.**— Cuando el agua de lluvia penetra en el suelo, llena los espacios

existentes entre las partículas de tierra. Una parte de esta agua se infiltra, se trata del agua gravitacional o de infiltración; otra parte es retenida en el suelo por las fuerzas capilares que aparecen entre las partículas; y otra pequeña parte se encuentra en forma de vapor o combinada químicamente a los materiales del suelo. Esta última parte es inutilizable.

**¿Cuáles pueden ser las causas de la existencia de zonas, que con abundante pluviosidad, apenas tengan agua disponible para las plantas, de forma que se denominan “desiertos de lluvia”?**

**¿Qué podemos entender por “humedad del suelo”?**

El agua que retiene el suelo, la puede perder por dos motivos, uno por evaporación directa, y otro por la utilización de los vegetales, los cuales, pierden por transpiración o evaporación en las hojas, del 97 al 99% del agua que absorben. Al conjunto de estos dos factores se le llama **Evapotranspiración**.

Se llama Evapotranspiración potencial, “la cantidad de agua susceptible de perderse en forma de vapor, bajo un clima dado y con una cobertura vegetal continua bien alimentada de agua. Se expresa como las precipitaciones, en mm. de agua” (O.M.M.).

La evaporación de un suelo depende de elementos como la temperatura, humedad, viento, tipo de suelo, por lo que se consideran como factores influyentes la latitud, duración del día, etc.

En la transpiración de la planta influyen por una parte los caracteres atmosféricos reinantes, y por otra las características fisiológicas de la planta en cuestión.

En la mayoría de los casos no hay agua suficiente en el suelo como para que se llegue a la evapotranspiración

potencial, y entonces se habla de *evapotranspiración real*, que es el agua que efectivamente pasa a la atmósfera en estado de vapor.

La actuación de la cubierta vegetal es muy compleja, pues por un lado tiende a disminuir el contenido del agua en el suelo ya que la absorbe, pero por otro favorece la disminución de la evaporación, ya que hace disminuir la temperatura, reduce la velocidad del viento e incorpora humedad al ambiente debido a su transpiración, pudiendo en ocasiones facilitar la condensación del vapor de agua atmosférico.

Los cálculos de la evapotranspiración potencial, son empíricos y un tanto complicados, pues no todos los autores conceden el mismo valor a todos los factores. Pero existen organismos oficiales, como el I.N.I.A. del Ministerio de Agricultura, que publica estos cálculos para múltiples lugares.

**Actividad.**— Construir un Higrómetro fijándose en la fig. 23.

— Observar el funcionamiento de un Psicrómetro y realizar mediciones de Humedad Relativa. Si no se posee este aparato, se puede construir uno siguiendo las indicaciones antes expresadas.

— Determinar la pérdida de agua por las hojas de una planta, es decir, su evaporación.

Para ello tomar una maceta con un geranio u otra planta cualquiera que posea las hojas bien desarrolladas, y otra maceta con tierra solamente. Después de regarlas bien, cubrir ambas con un plástico procurando que no haya evaporación de agua. En la maceta con la planta, dejar las hojas fuera del plástico y atar éste al tallo, para evitar la evaporación directa de la tierra de la maceta.

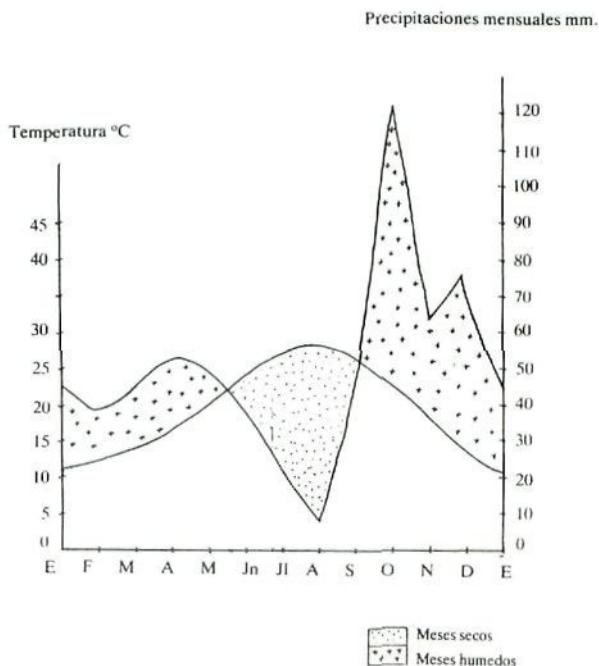
Pesar cuidadosamente ambas macetas y anotar los datos durante varios días.

Explicar los datos obtenidos y realizar con ellos la correspondiente gráfica.

– Dibujar un climógrafo con los datos que se tengan de temperaturas y precipitaciones o humedad relativas, como los de la figura 22.

– Realizar un diagrama climático, donde se resaltan los períodos secos y los húmedos, como se muestra a continuación.

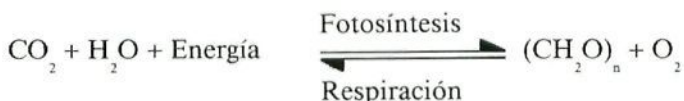
Esto se consigue superponiendo la gráfica de las temperaturas con la de las precipitaciones, teniendo presente que la escala de las temperaturas debe ser el doble que la escala de las lluvias, y ambas dispuestas sobre el eje vertical.



**Fig. 24.- Diagrama climático.**

## GASES ATMOSFERICOS

Los principales componentes de la Atmósfera son: El Nitrógeno, el Oxígeno, el Argón y el Dióxido de Carbono. El Nitrógeno es un gas inerte y el Argón es un gas noble con poca capacidad para reaccionar. Por lo tanto, a excepción del vapor de agua, que se encuentra en muy pequeña proporción y del que ya hemos hablado, son el Oxígeno y el Dióxido de Carbono los dos gases fundamentales que componen la Atmósfera que toman parte en los intercambios entre el Medio Ambiente y los organismos, interviniendo en los procesos de Fotosíntesis y Respiración.



El **Oxígeno** se encuentra en una concentración del 21% en la Atmósfera, es decir, 210 ml. de Oxígeno por litro de aire, y este valor es prácticamente invariable en todo el mundo.

**¿Cómo es posible la invariabilidad en la concentración de Oxígeno, si continuamente estamos gastándolo en la respiración?**

Sin embargo, en el **ambiente terrestre**, en dos casos se aprecia disminución del Oxígeno.

El primer caso se debe a la altura, a los 5.500 mts., la cantidad de Oxígeno es la mitad de la que existe sobre la superficie del mar.



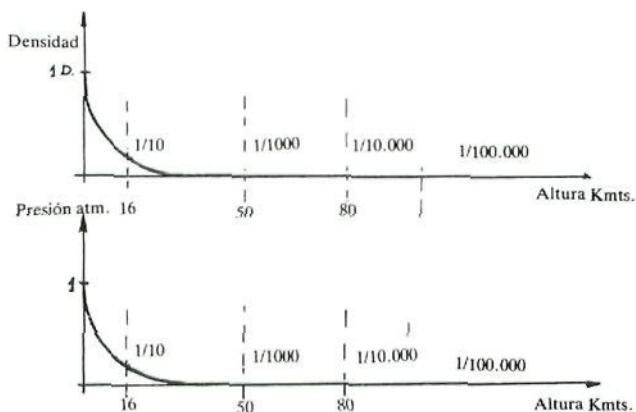


Fig. 25.- Variación de la Presión y Densidad atmosférica, en relación con la altura.

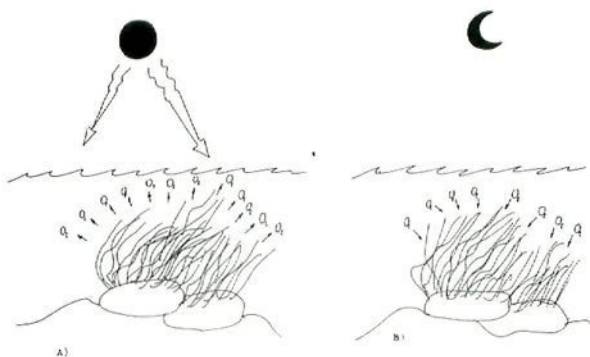
**Observando las gráficas de la variación de la densidad y presión de los gases atmosféricos, en relación con la altura, intenta explicar la disminución de Oxígeno en las cumbres de las altas montañas.**

El segundo caso se da en el interior del suelo, ya que a medida que se profundiza, lógicamente se dificulta el intercambio de gases con la Atmósfera. También es importante considerar en este aspecto, tres factores más. La calidad y drenaje del suelo, puesto que la existencia de poros muy pequeños obstaculiza la libre circulación de los gases; la humedad o saturación de agua, pues la inundación de los espacios porosos desplaza a los componentes gaseosos; y la existencia de organismos, raíces, lombrices, bacterias, etc., que al respirar consumen el Oxígeno antes que éste se renueve.

En el medio acuático no ocurre lo mismo. La cantidad de Oxígeno es menor de 10 ml. por litro de agua, y

éste se encuentra disuelto en ella. La entrada de Oxígeno en el medio acuático proviene de dos fuentes: una por difusión a partir del aire atmosférico, la otra es la fotosíntesis de las plantas acuáticas.

La difusión del Oxígeno atmosférico en el agua es muy lenta, no obstante es ayudada por el viento y los movimientos del agua, lo que dará como resultado que las aguas estancadas presenten menos cantidad de Oxígeno disuelto, que las aguas corrientes o en movimiento. También hay que tener en cuenta que la temperatura y la salinidad afectan la capacidad del agua por contener Oxígeno, de manera que temperaturas altas disminuyen esta capacidad, por facilitar el paso de este gas a la Atmósfera. Elevadas concentraciones de sales dificultan la disolución del Oxígeno en dichas aguas.



**Fig. 26.- Liberación de oxígeno por parte de los autótrofos como producto de la Fotosíntesis.**

**Captación de Oxígeno por la respiración de los autótrofos, detectable especialmente por la noche.**

En la fotosíntesis de las plantas acuáticas interviene la luz que incide en estos vegetales. Por ello, la cantidad de luz que llega al medio acuático y la penetración de ésta, son factores importantes en la producción fotosintética de oxígeno. Debido a ello existen variaciones diarias y estacionales en la concentración de Oxígeno en el agua, así como variaciones en el espacio que dependen de la distribución de los organismos fotosintetizadores.

El **CO<sub>2</sub> Dióxido de Carbono**, es el otro gas de importancia vital y aunque existe en la Atmósfera en cantidades mucho menores que el oxígeno, el 0,03 del aire, la movilidad de los gases atmosféricos hace que se encuentre bien distribuido y sea suficiente para que las plantas realicen la fotosíntesis a pleno rendimiento.

En el **ambiente terrestre**, existe una limitación en la concentración del CO<sub>2</sub> en relación con la altura, de la misma forma que ocurre con el Oxígeno. No obstante, esta limitación no parece que influya en el desarrollo de la vegetación, siendo para ésta, factores limitantes, la baja temperatura y la pobreza del suelo.

La concentración del CO<sub>2</sub> que se encuentra en el suelo, es superior a la existente en la Atmósfera, debido a la respiración y descomposición de los organismos que viven bajo la superficie y a la insuficiente aireación.

En el **ambiente acuático**, el Dióxido de Carbono se puede encontrar disuelto en el agua o en forma iónica como carbonatos o bicarbonatos.

Parte del CO<sub>2</sub> disuelto se combina con el agua para formar ácido carbónico, el cual se disocia de la siguiente forma:





Recibe el nombre de  $\text{CO}_2$  libre, la cantidad que se encuentra en disolución sencilla más la que se encuentra en forma de  $\text{CO}_3\text{H}_2$ , Acido Carbónico. El Dióxido de Carbono combinado lo forman los iones carbonatos y bicarbonatos. Este sistema actúa de amortiguador de los cambios de pH, pues cuando éste disminuye por aumento de la concentración de  $\text{H}^+$  la reacción se desplaza hacia la izquierda originándose mayor cantidad de  $\text{CO}_2$  libre. De forma contraria ocurre cuando hay una disminución de los  $\text{H}^+$ , es decir, un aumento del PH.

Debido a la disociación del  $\text{CO}_3\text{H}_2$  en los iones carbonatos y bicarbonatos, la proporción de  $\text{CO}_2$  en el agua marina es de 47 ml/litro de agua, es decir, unas 150 veces superior a la concentración que se encuentra en el aire, por lo que se estima que en los mares existen 50 veces más Dióxido de Carbono que en la Atmósfera, hasta tal punto que el gran depósito mundial de  $\text{CO}_2$  son los océanos, y esta fuente marina se encarga de regular la concentración que existe en el aire. Exactamente al contrario de lo que ocurre con el Oxígeno.

El efecto del Dióxido de Carbono en el medio acuático es el mismo que en el medio aéreo, es decir, participar fundamentalmente en la fotosíntesis de los vegetales e influir acelerando o retardando algunos procesos metabólicos.

**Actividad.**— — Demostrar la importancia del Oxígeno y del Dióxido de Carbono en la vida de los organismos.

Para ello tomar tres recipientes que cierren herméticamente. En uno de ellos poner un animal como una lagartija, con agua y comida suficiente; en otro recipiente poner una maceta con una planta bien regada; en el tercero juntar una planta y un animal. Anotar y explicar los resultados.

— Realizar unas gráficas en las que de manera cualitativa se observen las variaciones de Oxígeno, diarias y estacionales,

en el medio acuático. Reflejar el efecto que la temperatura tiene sobre ellas.

– Medir el pH de diferentes medios, acuáticos y terrestres, por cualquier procedimiento, por ejemplo el papel de tornasol. El pH del suelo se puede comprobar, mezclando una pequeña cantidad de éste con agua, removiendo bien y dejando que los sedimentos se decanten. En el agua limpia se introduce el papel de tornasol y se comprueba su coloración.

## **ELEMENTOS NUTRITIVOS**

La nutrición es una necesidad de los seres vivos, ya que éstos dependen del medio ambiente para extraer la energía y los materiales necesarios para el mantenimiento de su vida.

Los animales y las plantas sin pigmentos, necesitan para su alimentación, de compuestos orgánicos ya elaborados previamente, por lo que están subordinados a las plantas pigmentadas, en cuanto a su nutrición se refiere.

Las plantas verdes no necesitan de otros organismos para vivir, y los materiales para su nutrición son las sustancias orgánicas que se encuentran en el ambiente, y cuya disponibilidad influye en el desarrollo y la distribución de estos seres vivos y por ende, sobre todos los demás.

Las sustancias nutritivas que más escasean en el medio terrestre son los *fosfatos*, los *nitros* y el *potasio*, por lo que cuando se desea aumentar las cosechas, se suelen utilizar fertilizantes artificiales que contengan estas sustancias. Estos fertilizantes se suelen designar con tres números, por ejemplo 5-10-5, que hacen referencia a los porcentajes de Nitrógeno total, Acido fosfórico disponible y Potasio hidrosoluble.

Existen otros elementos necesarios para el desarrollo de las plantas, pero que se usan en cantidades vestigiales, como son: Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Mb, y B.

**Hay veces que se queman restos de vegetales y sus cenizas se vierten en los campos de cultivo. ¿Cuál puede ser el motivo para realizar esta acción?**

En el medio acuático, la disponibilidad de las sustancias nutritivas está relacionada con su abundancia y con la circulación del agua. Las necesidades de las plantas acuáticas son las mismas que las de las plantas terrestres, siendo el Nitrógeno y el Fósforo lo que puede escasear más peligrosamente, ya que el Potasio es suficientemente abundante.

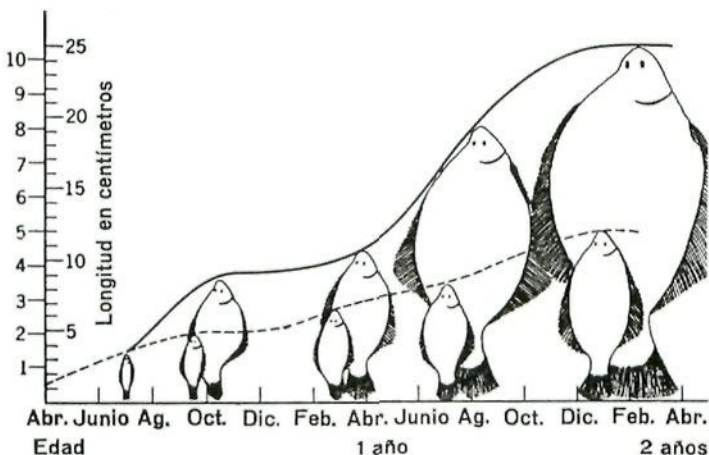


Fig. 27.- Diagrama del crecimiento más intenso del lenguado *Pleuronectes flesus*, en Loch Craiglin (curva superior) después de la adición de abono, comparado con el crecimiento normal de un lago no fertilizado (curva inferior). (Datos de Gross, 1947).

En ocasiones se ha “Abonado” un lago con fertilizantes químicos, y se ha conseguido un mayor desarrollo y más rápido, en ciertos peces, como muestra la figura 27.

**Teniendo en cuenta que los peces no se alimentan de sustancias inorgánicas ni fertilizantes, ¿cómo se puede explicar lo ocurrido?**

**Actividad.**— Preguntar a los agricultores o en la Cámara Local Agraria, los abonos que utilizan para los diferentes cultivos, las cantidades que usan y en qué momento los emplean. Cultivar plantas a las que se le añadan fertilizantes y otras a las que sólo se les dé agua.

## **DENSIDAD, PRESION, CORRIENTE Y VISCOSIDAD**

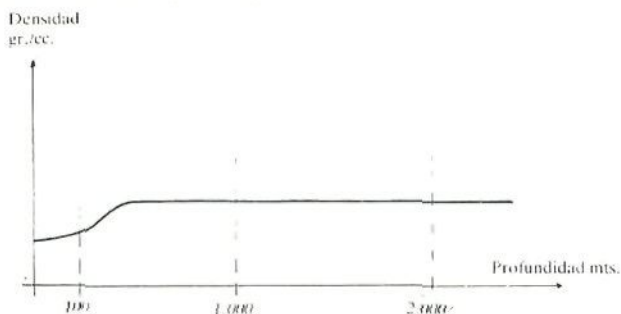
### **DENSIDAD**

Densidad de un cuerpo es la masa contenida en una unidad de volumen. Se suele relacionar la densidad de cualquier cuerpo con la del agua, por lo que muchas veces se usa la densidad relativa, la cual no lleva unidades.

La densidad de los dos medios elementales, aire y agua, es muy diferente. Mientras que la densidad del agua del mar es semejante a la del citoplasma celular, la del aire es unas 850 veces menor.

Esto hace que en el ambiente acuático, los organismos tiendan a flotar y a no necesitar estructuras de soporte. Sin embargo en el medio aéreo, los seres vivos terrestres, necesitan mecanismos de soporte para evitar desplomarse al suelo.

**Indicar cuáles son los mecanismos de soporte de los animales y vegetales terrestres, que hacen posible que éstos se mantengan erguidos.**



**Fig. 28.- Variación de la densidad del agua oceánica en relación con la profundidad.**

**Comparar la variación de la densidad del agua de los océanos con la del aire atmosférico. Los datos se pueden encontrar en las figuras 25 y 28.**

## **PRESION**

Presión es la fuerza que ejerce un fluido sobre la superficie de cualquier objeto inmerso en su seno. Esta fuerza se debe a las moléculas que componen el fluido, pues en sus movimientos al azar, chocan con el cuerpo en cuestión.

La presión atmosférica se mide con un *barómetro*, y la de los líquidos con un *manómetro*. Las unidades que se utilizan son las atmósferas o los milímetros de Mercurio (mm. de Hg.). Una atmósfera es la presión que realiza toda la atmósfera sobre la superficie del nivel del mar, y equivale a 760 mm. de Hg.



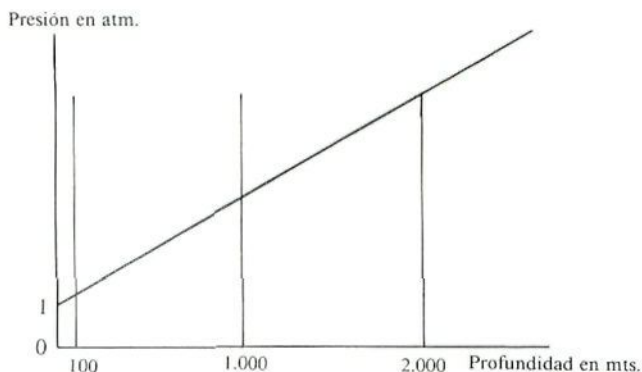


Fig. 29.- Variación de la presión en los océanos en relación con su profundidad.

La presión varía de una manera notablemente diferente en el medio acuático y en el aéreo, y ello es debido a la distinta densidad que tienen el aire y el agua. Mientras que en el agua, una profundidad de 10 mts. hace aumentar la presión 1 atm. o sea 760 mm. de Hg., en el aire una altura de 300 mts. sólo consigue hacer bajar la presión 25 mm. de Hg.

**¿De qué manera la densidad interviene en los cambios de presión del aire y del agua, a medida que varían la altura o profundidad del medio?**

En el medio aéreo, la disminución de la presión con la altura parece ser un factor menos importante que la calidad del suelo o las bajas temperaturas, en la vida de los organismos, aunque la presión es importante en tanto en cuanto indica la disponibilidad de Oxígeno.

En el medio acuático, la presión hidrostática es importante debido al enorme gradiente que va desde la super-

perficie a las profundidades, pues puede llegar de 1 a 1.000 atmósferas. Esto influye en la distribución de los organismos acuáticos, pues el número de habitantes de las profundidades es escaso. También influye en su estructura interna, pues los peces abisales no poseen vejiga natatoria ni otros tipos de espacios internos huecos.

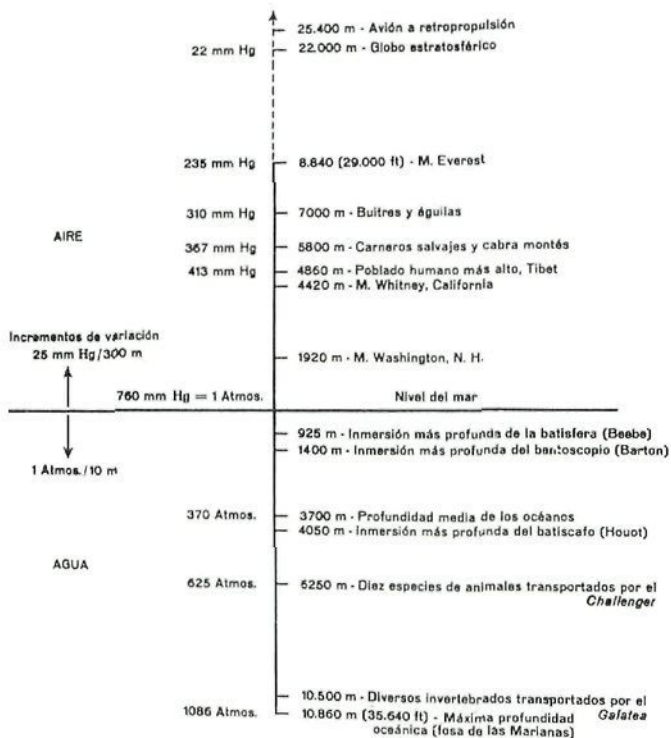


Fig. 30.- Variaciones de la presión en el seno del aire y del agua en relación con la distribución de la vida.

## CORRIENTES

El movimiento del medio es frecuente, pues tanto el aire como el agua no suelen permanecer quietos.

Las corrientes en el agua son importantes pues influyen en la concentración de gases y alimentos, hasta tal punto que hacen que el medio dulceacuícola se subdivida en dos: aguas estancadas (lagos, pantanos) y aguas corrientes (ríos y torrentes), existiendo diferencias en las comunidades que las pueblan. En los océanos, el movimiento del agua se detecta especialmente en la línea de costa, pues la fuerza de las olas al romper y la acción de la arena y la grava que éstas arrastran, modifican el litoral y sólo permiten la existencia de organismos típicos de estos lugares, que se caracterizan por gruesas escamas, exoesqueletos compactos y otras formaciones para combatir el movimiento violento del medio.

En el medio aéreo, al movimiento del aire lo denominamos **Viento**, y es producido por las diferencias de presión que existen entre dos lugares determinados. La dirección del viento va de las zonas de alta presión hacia las de baja presión. A las primeras se las llama Anticiclones, y a las segundas Ciclones.

Las bajas presiones se originan por un aumento de temperatura, en la cual el aire se calienta, pesa menos y asciende, con lo que la presión es menor. En las altas presiones ocurre lo contrario, el aire está frío y pesa más.

Para describir el viento se necesita indicar su dirección y su velocidad. La dirección por medio de una *veleta*, como la que se indica en la fig. 31.



La fuerza o velocidad del viento se mide por medio de un *anemómetro*. Durante mucho tiempo se utilizó una escala de números para indicar su velocidad, era la escala de Beaufort.

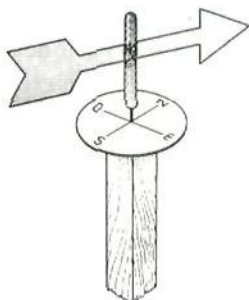


Fig. 31.- Veleta.

TABLA 9.1 ESCALA DE VIENTOS DE BEAUFORT\*

Número de la escala	Nombre del viento	Caracteres observables	Velocidad en millas por hora, 6 m sobre el suelo	Equivalente en kilómetros por hora
0	Calma	El humo sube verticalmente	Menos de 1	Menos de 1.6
1	Ventolina	El humo se inclina; el viento no mueve la veleta	1 a 3	1.6 a 4.8
2	Flojito	El viento se siente en el rostro; las hojas susurran; la veleta se mueve	4 a 7	6.4 a 11.3
3	Flojo	Hojas y ramitas en movimiento constante; el viento extiende las banderas ligeras.	8 a 12	12.9 a 19.3
4	Bonancible	El viento mueve las ramas pequeñas y levanta polvo y papeles sueltos	13 a 18	20.9 a 29.0
5	Fresquito	Los arbolitos con hojas comienzan a cimbrairse; se forman olas con cresta en charcas, etc.	19 a 24	30.6 a 38.6
6	Fresco	El viento mueve ramas grandes; hace silbar los hilos telegráficos	25 a 31	40.2 a 49.9
7	Frescachón	El viento mueve incluso los troncos de los árboles gruesos; es difícil andar en contra del viento.	32 a 38	51.5 a 61.1
8	Duro	Se rompen las ramas delgadas; es imposible andar contra el viento.	39 a 46	62.8 a 74.0
9	Muy duro	Daños en edificios; caen tejas y chimeneas.	47 a 54	75.6 a 86.9
10	Temporal	Es raro tierra adentro; los árboles son arrancados de cuajo; considerables daños en los edificios.	55 a 63	88.5 a 101.4
11	Borrasca	Muy rara; daños graves y muy generalizados en los edificios.	64 a 75	103.0 a 120.7
12	Huracán		Más de 75	Más de 120.7

\* Según el U.S. Weather Bureau.

Actualmente, la escala de Beaufort, ha sido prácticamente reemplazada por la determinación en mt/seg. o km/h.

La dirección e intensidad de los vientos, se expresa como indica la fig. 32. Las observaciones de largos periodos se resumen en la confección de una rosa de los vientos, como en la fig. 33.

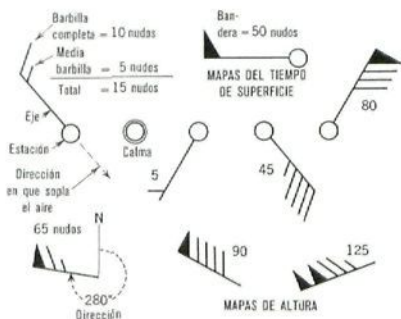


Fig. 32.- Símbolos utilizados corrientemente en los mapas de las Oficinas Meteorológicas para indicar la dirección e intensidad del viento.

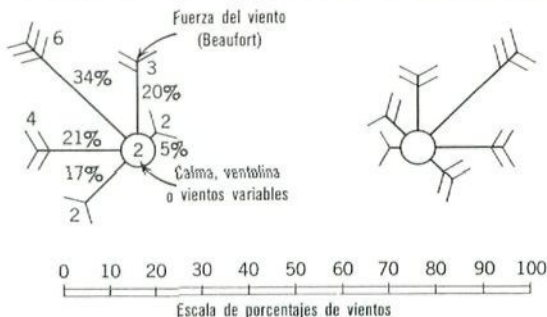


Fig. 33.- En las cartas marinas piloto de las Oficinas Hidrográficas se utiliza una rosa de los vientos para indicar la duración e intensidad medias de los vientos cada 5° cuadrados de latitud y longitud.

El viento es un factor importante por su fuerza mecánica, por la acción de desgaste que suponen la arena, el polvo y los materiales que transporta, y por sus efectos sobre la transpiración y evaporación. Esto restringe el crecimiento de ciertos tipos de vegetales y animales e influye en su desarrollo, obligándoles a la adquisición de ciertas adaptaciones.

El hecho de que las masas de aire converjan hacia las zonas de baja presión, significa que hacia esos lugares se mueve todo lo que el viento pueda arrastrar, y entre ello se encuentra las **nubes**.

Las *nubes* pueden clasificarse atendiendo a su forma o a su altura. Por su forma se dividen en dos grandes grupos: *estratiformes*, de forma tabular y en general más largas que gruesas; y *cumuliformes*, de forma globular y con alturas iguales o superiores a sus dimensiones horizontales, son nubes blancas semejantes a masas de lana.

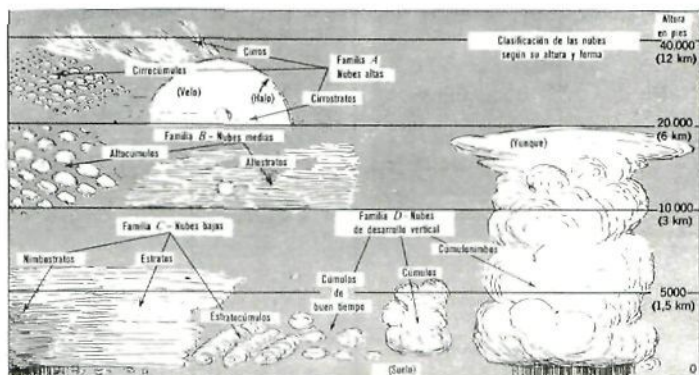


Fig. 34.— Los diversos tipos de nubes se agrupan en familias según su altura y forma.

Por su altura se subdividen en tres grupos: nubes altas entre los 6.000 y 12.000 mts. de altura, se les denominan **Cirros**; nubes de altura media, entre los 2.000 y 6.000 mts. y se les denomina **Altos**; y las nubes bajas que se encuentran entre el suelo y los 2.000 mts., y se les conoce como **Estratos**. Algunos nombres de nubes llevan el prefijo **-Nimbo-**, que significa nube de lluvia.

Las nubes se clasifican internacionalmente en 10 especies:

<b>Alturas</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Abreviación</b>	<b>Altura media</b>
Nubes altas	Cirros	Ci	8.000-12.000 m.
	Cirrocúmulos	Cc	6.000-10.000 m.
	Cirrostratos	Cs	6.000- 8.000 m.
Nubes de altura media	Altocúmulos	Ac	3.000- 6.000 m.
	Altoestratos	As	3.000- 6.000 m.
	Nimboestratos	Ns	2.000- 5.000 m.
Nubes bajas	Estratos	St	0- 2.000 m.
	Estratocúmulos	Sc	500- 2.000 m.
	Cúmulos	Cu	500- 6.000 m.
	Cumulonimbos	Cb	500-15.000 m.

Para un pronóstico meteorológico a corto plazo, pueden utilizarse las siguientes reglas generales.

	Tiempo mejorando		Tiempo empeorando	
	Variaciones	Observaciones	Variaciones	Observaciones
<b>Presión atmosférica</b> (se lee en el barómetro)	sube	con presión alta, el buen tiempo será	cae	una caída rápida en verano anuncia tormenta: atención: riesgo de pedrisco
<b>Temperatura</b> (se lee en los termómetros exteriores)	sube	Verano: sube hasta gran calor	desciende	Verano: fresco; si baja desprisa, tormenta con granizo
	baja	Invierno: aumento del frío; noches con heladas	sube	Invierno: si cede el frío, se produce el deshielo
<b>Humedad atmosférica</b> (se lee en el higrómetro)	<b>Normal a baja</b> 0-50% (ambiente seco)		<b>Normal a alta</b> 50-100% (ambiente húmedo)	
<b>Viento del...</b> (la dirección se puede fijar con una brújula)	<b>Noroeste-este</b>		<b>Oeste-Sur</b>	
<b>Fuerza del viento</b>	<b>Disminuyendo</b> 0-4 Beaufort		<b>Aumentando</b> 5-9 Beaufort	

Básicamente es válido lo siguiente:

**Variaciones paulatinas originan un tiempo estable.**

**Variaciones rápidas originan un tiempo inestable.**

Cuando entran en contacto dos masas de aire de diferentes propiedades, se establece un *frente*, pues estas masas no se mezclan libremente, sino que interactúan a lo largo de su zona de contacto. Según se trate de un frente frío o de uno cálido, aparecen manifestaciones muy características de vientos, precipitaciones, tipos de nubes, etc. Un resumen de estos fenómenos meteorológicos, se expone en la fig. 35.

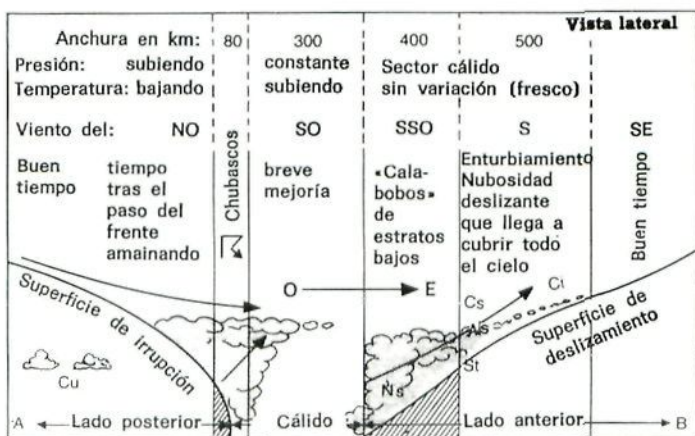
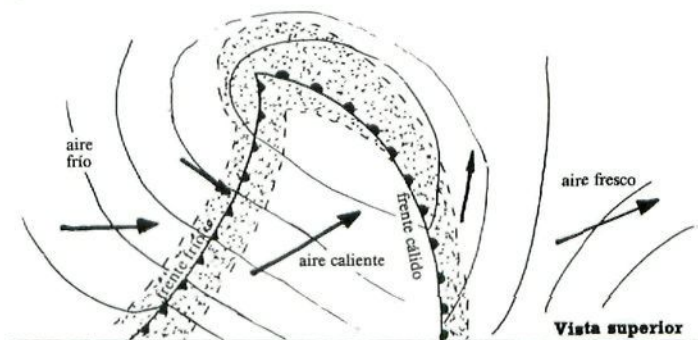


Fig. 35.- Representación esquemática de una zona de bajas presiones, con un frente cálido y uno frío.



Fenómenos meteorológicos al paso de los frentes fríos y cálidos.

Posición	Viento	Visibilidad	Presión	Temperatura
Delante del frente cálido	Retrocede Si es S, gira al SE Aumenta la velocidad	Buena fuera de las precipitaciones	Baja continuamente	Sube lentamente
Al paso del frente cálido	Gira bruscamente Se hace SW Disminuye la velocidad	Mala	Se mantiene	Sube
Sector cálido	Se mantiene dirección y velocidad	Mala o muy mala	Se mantiene	Se mantiene
Delante del frente frío	Retrocede Si es SW gira al S Aumenta la velocidad Rachas	Mala	Baja	Se mantiene
Al paso del frente frío	Gira bruscamente al NW Aumenta la velocidad Fuertes rachas	Regular	Sube bruscamente	Baja bruscamente
Detrás del frente frío	Retrocede ligeramente Disminuyen las rachas	Buena	Sube lentamente	Se mantiene

Se han encontrado relaciones entre algunas enfermedades denominadas meteorotrópicas y los cambios atmosféricos. Por ejemplo, condiciones de altas temperaturas afectan al sistema circulatorio y a la secreción de las

glándulas endocrinas; la exposición prolongada a radiaciones próximas al U.V. inducen la formación de tejidos cancerosos, mientras que su ausencia origina el raquitismo y favorece el tétanos, etc., otros ejemplos se enumeran en la tabla que se presenta a continuación.

Relaciones comprobadas entre algunas enfermedades y fenómenos atmosféricos.	
Alergia en general	Paso del frente
Amputaciones (dolores de las)	Cambio del campo eléctrico de la atmósfera
Ataques apopléticos y epilépticos	Caída de presión, Fohen, tormentas, frente frío
Angina de pecho	Caída del potencial eléctrico de la atmósfera
Apendicitis	Paso del frente
Asma bronquial	Frente frío con turbulencia, subida de la presión
Dispepsias	Al final de una larga sequía
Embolias	Frentes y tormentas
Eclampsia de embarazo	Paso de borrasca, días de tormenta
Eclampsia infantil	Días calurosos de primavera con baja presión
Glaucoma agudo	Tormentas de calor, frentes fríos en verano
Infarto de miocardio	Paso de frente
Gripe	Paso de frente, perturbaciones positivas del campo eléctrico
Iditis reumática	Borde anterior de los frentes
Nefrolitiasis	Paso del sector cálido de un frente y oclusiones
Neumonía	Ciertos cambios de presión
Poliomielitis	Frentes fríos consecutivos
Reflejos	Radiación solar, oscilaciones rápidas del campo eléctrico
Reuma	Paso de frentes, caída de presión, oscilaciones del campo eléctrico
Suicidios	Fohen, descargas electromagnéticas de uno a doce kilohertz



## VISCOSIDAD

Viscosidad es el rozamiento u oposición que ofrecen las partículas de un fluido al desplazamiento de una de ellas.

Algunas aves pueden volar hasta 290 km/h, las gacelas y los antílopes sobrepasan los 90 km/h, pero los peces más rápidos, los escómbridos (la caballa, el atún, etc.) apenas llegan a los 50 km/h. Ello es debido a que el coeficiente de viscosidad del agua es 60 veces superior al del aire.

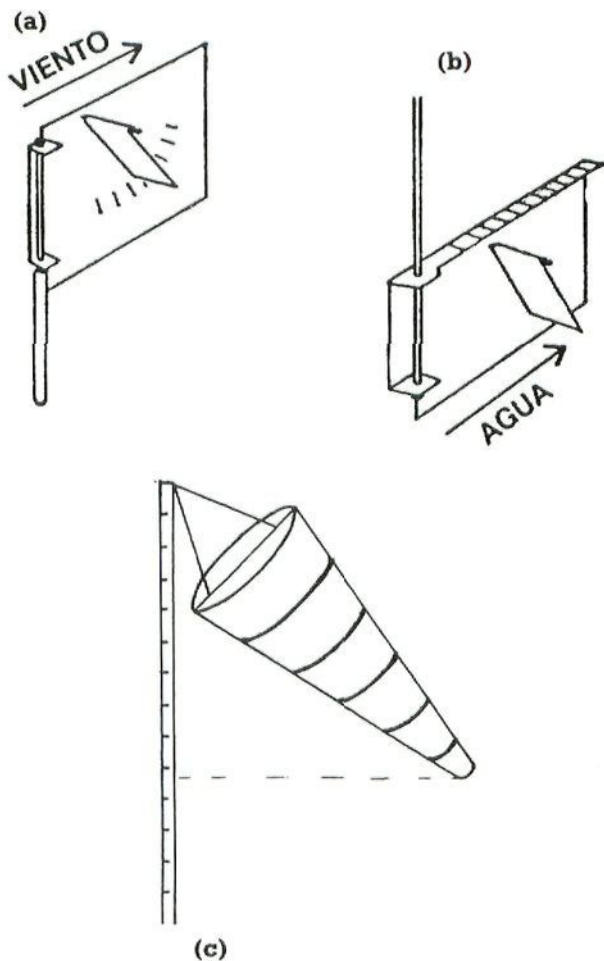
**Actividad.-** Realizar mediciones continuadas de la presión atmosférica con un barómetro. Hay que tener cuidado de ajustar las medidas al nivel del mar, para que al poner de manifiesto diferencias de presión con otros lugares, no intervenga el componente de la altura.

– Medir la densidad del agua en algún curso de ésta, a lo largo de varios días en distintos momentos.

– Realizar medidas sobre la dirección y la velocidad del viento, con la veleta y con un anenómetro. Si no se poseen éstos, se puede construir un sencillo instrumento, como muestra la fig. 36, que nos puede indicar la dirección, y de una manera aproximada la velocidad.

– Realizar medidas sobre la velocidad de la corriente del agua. Usar para ello de la idea apuntada en la fig. 36, o bien calcular la velocidad de desplazamiento que tiene una naranja que flote sobre ella.

– Observar durante un largo período de tiempo, el tipo de nubes existentes en el cielo, y su evolución. Relacionarlas con los diferentes datos climáticos que se van obteniendo.



**Fig. 36.- Medidores de corriente.** a) Medidor del viento (para su observación desde un lado). b) Medidor de la corriente de agua (para ser observado desde arriba). c) Medidor del viento tipo embudo, de tela, utilizado en carreteras y aeropuertos.

## EL SUSTRATO

El sustrato es la superficie sobre la que se apoyan los organismos. Debemos establecer distinción entre los conceptos de "medio" y "sustrato".

Todos los organismos se encuentran dentro de un medio determinado, aire o agua, pero algunos de ellos pueden prescindir del sustrato. Así, en el ambiente acuático, el plancton y muchos peces pelágicos, no utilizan nunca ninguna clase de sustrato. De forma que emplearemos la palabra medio, para designar el material que rodea a los organismos de manera inmediata, mientras que el sustrato es la superficie o material sobre el que se apoyan o cobijan.

En el **medio acuático**, el sustrato no es de gran importancia, sin embargo la cercanía o lejanía a la costa los divide en dos zonas, nerítica y oceánica o pelágica. La zona nerítica está sobre la plataforma continental, por lo que además de no poseer grandes profundidades, tiene a su disposición las sustancias alimenticias que le llegan de los continentes, especialmente por los ríos.

La zona oceánica o pelágica se subdivide en Epioceánica que es la parte más superficial; Batial, que se encuentra situada a la altura del talud continental y del glacis, pudiéndose continuar hacia las fosas si el margen es geológicamente activo; y Abisal que corresponde a las profundidades oceánicas más o menos llanas. (Ver figura 37).

Esta zonación primaria, realizada siguiendo el relieve, es base para una subdivisión vertical en la que influyen los organismos que ocupan cada área. Así pues, tenemos en la zona pelágica, la primera capa y más superficial que es la Eufótica, inmediatamente situada por debajo de ella se encuentra la zona que denominamos Mesopelágica, y a la parte más profunda se la conoce como Batipelágica, dejan-

do el nombre de Béntica a la porción situada directamente sobre el lecho marino y ocupada por el Bentos, por lo que existe una zona béntico-pelágica y otra béntico-litoral.



Fig. 37.- Zonacion horizontal y vertical en el mar.

**Realizar un esquema del fondo marino y sus diferentes áreas, ubicando sobre él, el plancton, necton y bentos.**

En el **medio aéreo**, el sustrato es de gran importancia y constituye el SUELO.

El suelo es un complejo formado por los productos de alteración de las rocas, junto con multitud de seres vivos y materias orgánicas que están sujetos a continuas transformaciones. Es el resultado de la acción del clima y de los organismos, especialmente la vegetación, sobre la materia mineral de la superficie de la tierra. De esta forma, el suelo se compone de materia mineral y de materia orgánica, en el que los organismos y sus productos están entremezclados con las partículas minerales.

El suelo se forma de la siguiente manera: Toda roca que aflora a la superficie está expuesta a la acción de la interperie, la cual produce una meteorización química simultánea

nea, en la que los gases atmosféricos reaccionan con algunos minerales componentes y los alteran.

Estas acciones van progresando hacia el interior de la roca madre, de manera que en la superficie los fragmentos son más pequeños y los materiales están más alterados, y en las capas profundas los materiales están poco fragmentados y poco o nada modificados, pasándose gradualmente a la roca madre compacta y sin alterar.

En cuanto se producen pequeñas oquedades que pueden retener algo de humedad, se instalan los primeros seres vivos, cianofíceas, bacterias, líquenes, que colaboran con la meteorización en la alteración de los minerales y además producen materia orgánica que se incorpora al suelo en formación. Cuando se producen grietas mayores, ya pueden desarrollarse plantas con raíces, que contribuyen a acelerar el proceso. El agua de lluvia, al filtrarse entre los distintos materiales, mezcla y arrastra hacia las capas profundas a los que son solubles o de muy pequeño tamaño.

El suelo está formado por gases, líquidos y sólidos. Los **gases** proceden de la Atmósfera y de la actividad química o bioquímica de los seres vivos, por lo que fundamentalmente tendrá la misma composición atmosférica, pero con mayor concentración de  $\text{CO}_2$  y algo menos de  $\text{O}_2$ .

El líquido fundamental es el **agua**, y su cantidad depende del clima y del tamaño y cantidad de los poros del suelo. Poros grandes tienen poca capacidad de retener el agua y ésta se filtra hacia las capas inferiores. Poros pequeños retienen mejor el agua.

Los sólidos pueden ser inorgánicos y orgánicos. La fracción inorgánica procede de la roca madre y puede estar en mayor o menor grado alterada. Por su tamaño los denominamos gravas, arenas, limos y arcillas.



La fracción orgánica fundamental es el **Humus**. Este está formado por los productos resultantes de la actividad de los seres vivos y de su descomposición, así como de cadáveres de animales y vegetales. Forman un material oscuro y pegajoso en donde se pueden reconocer a veces fragmentos de procedencia conocida.

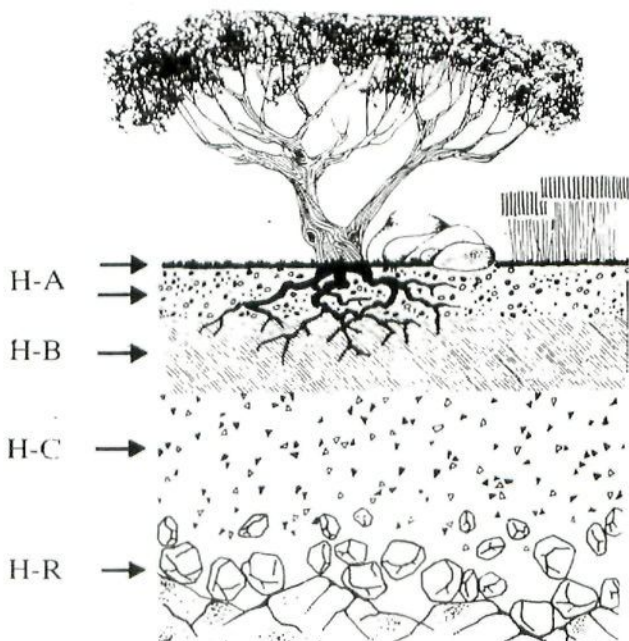


Fig. 38.- Perfil esquemático de un suelo.

Dado que la formación del suelo se inicia en la superficie y va penetrando hacia el interior, se puede observar

en un perfil del mismo, distintas capas u horizontes que reflejan la evolución de dicho suelo.

Estos horizontes son los siguientes:

Horizonte A. (H-A). Es el más superficial. De color oscuro porque contiene mucho humus. Se llama también horizonte de lavado ya que el agua de lluvia disuelve y arrastra hacia el interior las sales que se pueden encontrar en esta parte.

Horizonte B. (H-B). Por debajo del anterior y de color más claro porque contiene menos humus. Recibe el nombre de horizonte de precipitación, pues es aquí donde quedan los materiales que vienen arrastrados del nivel superior.

Horizonte C. (H-C). Formado por fragmentos de roca madre poco alterado. Estos fragmentos son cada vez mayores a medida que se profundiza. También recibe el nombre de Subsuelo.

Roca madre. (H-R). Constituido por la roca madre sin alterar ni fragmentar.

El perfil del suelo y los grosores relativos de los horizontes suelen ser característicos de regiones climáticas y de situaciones topográficas determinadas.

**Actividades.-** – Toma de muestra. Para tomar una muestra del suelo y una vez elegido el lugar adecuado, hacemos previamente una pequeña reseña sobre la vegetación existente, la abundancia y tamaño de las piedras en superficie, la microtopografía, e indicamos exactamente el lugar muestreado, señalándolo en un mapa si ello es posible.

Quitamos la hierba y raíces de la superficie y con una pala extraemos la cantidad adecuada. Es conveniente realizar dos tomas a distintas profundidades.

– Demostración de la presencia de aire en el suelo. Porosidad. Tomemos una pequeña cantidad de suelo e inten-

temos comprimirla, si lo logramos es debido a que posee "huecos", los cuales estarán llenos de aire.

Si no lo podemos comprimir, lo ponemos en un recipiente y le agregamos agua. Aparecerán pequeñas burbujas brillantes que son de aire.

- Determinación cuantitativa de la porosidad del suelo. Tomamos un bote de conserva sin tapa y con el fondo agujereado, lo introducimos perpendicularmente al suelo, en una zona sin grandes piedras, y lo extraemos lleno de suelo. Ponemos el bote sobre un recipiente y vertemos sobre él, agua poco a poco, hasta que se observa que por debajo del bote comienza a salirse el agua. En ese momento, anotamos los c.c. de agua gastados, que con cierta aproximación corresponden al volumen de poros del suelo recogidos en el bote. Podemos deducir el % de poros o "porosidad" al referirlo al volumen del suelo recogido.

- Demostración de la presencia de agua en el suelo. Que el suelo contiene agua, lo podemos observar metiendo una cierta cantidad de muestra en un frasco que taparemos con una lámina de vidrio. Al cabo de un tiempo, que dependerá de la temperatura, se empezarán a condensar gotitas de agua en la pared interna del cristal, que demuestran su presencia en el suelo.

- Determinación cuantitativa del agua del suelo. Si queremos saber la cantidad de agua que existe en el suelo, tomamos una pequeña cantidad y la pesamos. Lo extendemos bien en un recipiente y lo introducimos en una estufa calentándolo entre 100 y 105°C. Al cabo de cierto tiempo, lo sacamos de la estufa y lo pesamos otra vez. La diferencia de peso será debida al agua evaporada.

- Cálculo de la materia orgánica presente en el suelo. La existencia de materia orgánica se puede comprobar con facilidad, debido a que cuando ésta se calienta, se oxida en su mayor parte a anhídrido carbónico  $\text{CO}_2$ , y agua  $\text{H}_2\text{O}$ ,



por lo que la pérdida de peso nos indicará la cantidad de materia orgánica evaporada.

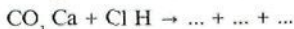
Tomemos una cantidad de tierra sin agua, y después de pesarla, calentémosla a la llama en un recipiente de metal completamente seco, durante bastante tiempo. La muestra se ennegrece y echa humo. Después de esto, repetir la pesada de la muestra y observar el descenso del peso. Calcular entonces el porcentaje de materia orgánica presente en dicho suelo.

Otro método para este mismo cálculo se basa en el agua oxigenada  $H_2O_2$ . Ponemos una cantidad determinada de suelo en un recipiente, le añadimos agua oxigenada de 30 volúmenes y removemos fuertemente. Repetimos esta operación varias veces hasta que cese la producción de espuma y entonces filtramos con un embudo y su correspondiente papel de filtro. La porción de suelo resultante se deja secar sobre el mismo papel de filtro extendido y bajo el calor de una luz de flexo. Una vez seco, se vuelve a pesar y se refiere a la medida primera. La diferencia de pesos será el peso de la materia orgánica presente en la muestra. A partir de aquí, se puede saber el porcentaje de materia orgánica existente en el suelo.

- Cálculo del pH del suelo. A una pequeña muestra de suelo se le añade agua destilada y se forma una papilla. Se espera un tiempo para que decanten los materiales, y en dicha agua se sumerge una tira de papel indicador que nos señalará su pH.

- Determinación del contenido en Carbonatos. Para observar el contenido en Carbonatos que tiene el suelo, tomamos un recipiente que resista el calor y añadimos a unos 5 gramos de suelo, un poco de agua y agitamos para eliminar las burbujas de aire. Le adicionamos unos 5  $cm^3$  de ácido clorhídrico diluido al 10%. Si hay efervescencia intensa, quiere decir que el carbonato cálcico presente, excede el 1 por 100, y si es muy débil, que es menor del 0,5%.

### **Completar la reacción:**



**¿A qué es debida la efervescencia?**

**¿Por qué debemos, en primer lugar, eliminar el aire contenido en el suelo?**

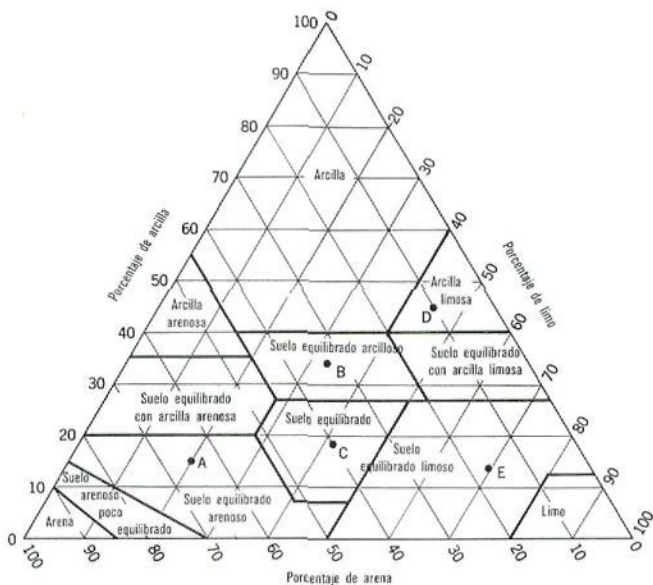
- Análisis granulométrico del suelo.

La materia mineral que conforma el suelo está constituida de guijarros o gravas, arenas, limos y arcillas, y para determinar sus proporciones relativas, o textura del suelo realizamos lo siguiente:

Tomamos una muestra de suelo seco y lo pesamos. Lo hacemos pasar por un tamiz de 2 mm. con el fin de separar las gravas. A continuación se hace pasar por tamices más finos para ir separando la fracción arenosa que se retira y se pesa. La parte del suelo que ha pasado el tamiz más fino, de 0,06 mm. está formada por el limo + la arcilla se pesa, y a continuación se le añade agua agitando enérgicamente. Se deja reposar y el limo se deposita en el fondo, mientras que la arcilla permanece en suspensión oscureciendo el agua. Con cuidado se decanta dicha agua y se vuelve a repetir el proceso unas tres veces, hasta que el agua quede transparente después del agitado. Con ello habremos separado la arcilla del limo.

La fracción que queda la calentamos para secarla y tendremos la fracción de limos. Para saber la porción de arcillas, restamos los limos de la fracción de arcillas + limos, pesado anteriormente antes de ponerle agua.

Los porcentajes de cada uno de los componentes se representan en diagrama triangular, como el de la fig. 39, que nos da una idea de la textura del suelo muestreado. Cuando las porciones corresponden a un 40% de arena, entre un 40-42% de limo y un 18-20% de arcilla, se trata de un suelo equilibrado. Para esta representación, no se tiene en cuenta el peso de la grava.



**Fig. 39.**— Los porcentajes de cada una de las tres texturas de suelo (arenosa, limosa, arcillosa) pueden representarse mediante un solo punto en este diagrama triangular.

– Dibujar un esquema del perfil del suelo. Es importante para ello escoger un lugar donde se haya practicado un corte en el terreno. Los caminos o carreteras son lugares de fácil observación del suelo. Tomar medidas del espesor de cada horizonte, e intentar representarlos a escala en el esquema del perfil a realizar.

– Observación de los seres vivos del suelo. Uno de los componentes del suelo son los seres vivos y todos los productos de su actividad fisiológica.

Los seres vivos se encuentran preferentemente en las capas superficiales, y su presencia se puede deducir obser-

vando los restos de hojitas y ramas que se pueden encontrar en la muestra.

Para realizar mejor la investigación, extender un poco de hojarasca del suelo a examen, en una placa de petri y observar a la lupa.

La presencia de microorganismos se puede hacer patente incubando algunas placas con humedad y observando al cabo de unos días, las colonias que se han formado.

Para obtener una mejor muestra de los animales que habitan en el suelo, se puede utilizar el embudo de Tullgren, que se representa en la fig. 40, con varias muestras de la zona que estamos estudiando.

Los animales, ante el aumento de calor, iluminación o sequedad, de la zona próxima a la bombilla, tendrán un movimiento negativo hacia ésta y caerán en el recipiente con alcohol, que es un conservante, y los podremos estudiar.

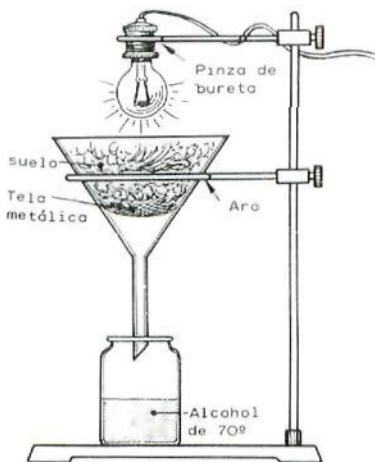


Fig. 40.- Embudo de Tullgren.

## CARACTERES DIFERENCIALES DEL MEDIO AEREO Y DEL MEDIO ACUATICO

Una vez estudiados los factores que intervienen en el medio ambiente físico, cumplimentar el cuadro que se adjunta, a modo de resumen comparativo, plasmando las diferencias existentes entre los medios fundamentales de la "Biosfera".

	Medio Aéreo	Medio Acuático
Extensión		
Iluminación		
Temperatura		
Agua-Salinidad		
Gases atmosféricos O <sub>2</sub> CO <sub>2</sub>		
Elementos Nutritos: Fosfatos Nitratos Potasio		
Densidad		
Presión		
Corrientes		
Viscosidad		
Sustrato		

Mes de .....	°C		mm Hg Presión	Viento		Nubes	mm. Precipitación	% H.R.	Cobertura
	Temperatura máx.	mín.		dir.	veloc.				
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									

**LA ADAPTACION  
BIOLOGICA**





# LA ADAPTACION BIOLOGICA

## CONTENIDO

Concepto de: Adaptabilidad.  
Adaptación.

Adaptación a los factores físico-químicos del medio ambiente:

Luz.

Temperatura.

Agua.

Acción conjunta de varios factores.

Gases atmosféricos.

Elementos nutritivos.

Densidad, Viscosidad, Presión, Corrientes.

Sustrato.

Adaptación a los factores biológicos del medio ambiente:

Defensa: Pasiva -mecánica

-coloraciones • críptica

• aposemántica

• mimética

Activa -carrera

-salto

-ataque

Tipo de alimentación: -Animales filtradores.  
-Parasitismo.  
-Aparato bucal de Insectos.  
-Picos de Aves.  
-Cráneos y denticiones de Mamíferos.

Reproducción: -Búsqueda de pareja.  
-Atracción.  
-Cuidados de la puesta.  
-Número de huevos.  
-Cuidados de la prole.

Coadaptación.

Adaptación a diversos medios concretos.

Convergencias y Divergencias. Evolución.

Biogeografía:

-Áreas de distribución.

- Organismos cosmopolitas.
- Organismos endémicos o autóctonos.

-Barreras:

- Climáticas.
- Geográficas.
- Biológicas.

-Regiones biogeográficas.

## DIAGRAMA CONCEPTUAL





## CONCEPTO DE ADAPTACION

**Adaptabilidad** es la **capacidad** que poseen los seres vivos para, a lo largo del tiempo, modificar su organismo y adecuarlo a las condiciones del medio ambiente en el que viven.

**Adaptación** es la **posesión** de características ventajosas para un organismo en una determinada situación.

Los seres vivos están en continua relación y estrecha dependencia con el medio que les rodea. La lucha por la existencia entre los organismos, hace sólo posible la supervivencia de aquellas especies que poseen las características más adecuadas al lugar en donde se desenvuelve su vida, debiendo existir un ajuste, lo más perfecto posible, entre las funciones que realizan y las condiciones de su entorno.

La adaptación de los organismos no se limita a sólo unas partes del cuerpo, sino que debe ser total y completa, de todo el ser. Y si sólo se estudia un rasgo característico del individuo, es muy difícil decidir qué problema resuelve y en qué función está comprometido. Podemos ver el presente ejemplo (fig. 41):

El Estegosaurio era un enorme dinosaurio herbívoro del período Jurásico, que poseía una serie de placas óseas situadas de manera alternante a derecha e izquierda de la línea dorsal. El significado adaptativo que dichas placas podían tener, es el siguiente:

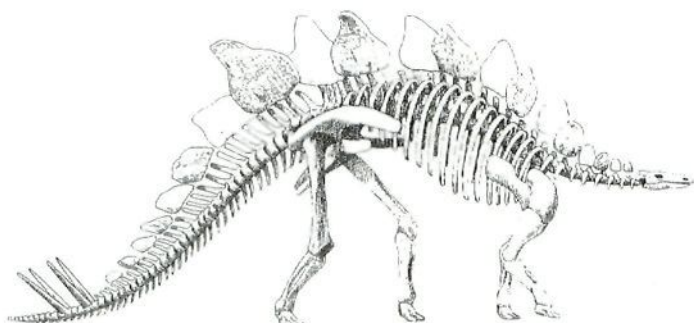
a) Constituir un mecanismo de regulación del calor, pues eran de carácter poroso lo que significa abundante riego sanguíneo, y las placas de mayor tamaño están en la zona más voluminosa del cuerpo. Esta regulación del calor capacitaba a este animal, a recoger alimento en las horas más calurosas del día, cosa que no podrían hacer quienes no las poseyeran.

b) Solucionar un problema de defensa, pues debido a su tamaño atemorizarían a posibles depredadores.

c) Servir de reconocimiento sexual, importante para el cortejo en el tiempo de celo:

Vemos como un único rasgo sobresaliente del animal, las placas dorsales óseas, cumplen varias misiones.

**En el cumplimiento de las funciones descritas, ¿sólo intervienen las placas óseas o también otras partes del cuerpo del Estegosaurio?**



**Fig. 41.- Estegosaurio.**

En los organismos podemos encontrar tres tipos de adaptaciones: en su aspecto **externo o morfológico-estructural**, en su aspecto **interno o fisiológico**, y en el de **comportamiento o etológico**, como respuesta a los problemas planteados por el medio ambiente.

Cabe recordar que el medio ambiente está constituido por unos factores físico-químicos y otros biológicos.

Los factores físico-químicos son la temperatura,



la luz, humedad, etc., y su acción conjunta caracteriza un biotipo, limitando los tipos de flora y fauna que pueden desarrollarse en él, por lo que también se denominan **factores limitativos** del Ecosistema.

Los factores biológicos los configuran los propios seres vivos, tanto animales como vegetales, que conviven en el mismo lugar, sean de su misma especie o de otras.

A todos estos factores, los individuos deben adaptarse para sobrevivir, o sea, deben desarrollar estrategias que salven los escollos que se plantean cuando alguno de estos factores se convierten en críticos.



**ADAPTACION A LOS  
FACTORES  
FISICO-QUIMICOS**



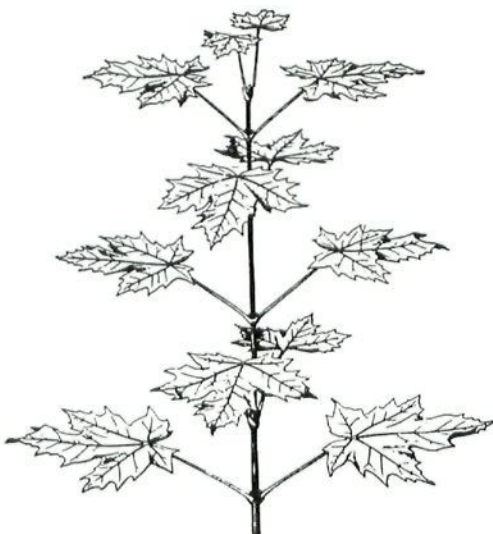
## **ADAPTACION A LOS FACTORES FISICO-QUIMICOS**

Los factores físico-químicos que intervienen en un Ecosistema y que configuran el Biotipo son los siguientes: Luz, Temperatura, Agua, Gases Atmosféricos, Elementos nutritivos, Sustrato, Densidad, Viscosidad, Presión y las Corrientes de fluidos.

### **ADAPTACION A LA LUZ**

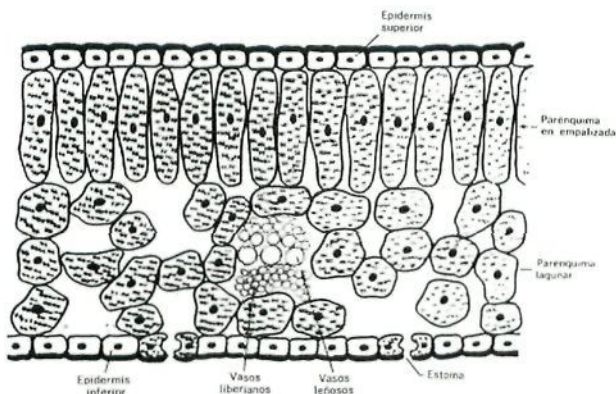
En la serie de puntos que se exponen a continuación se resalta en primer lugar la importancia de la luz para los vegetales y cómo están estructurados para un mejor aprovechamiento de la que les llega, desde la colocación de los cloroplastos en las células, la situación de dichas células en las hojas, hasta la disposición de éstas en los tallos, e incluso la distribución de las plantas en la Tierra según sus necesidades lumínicas.

En segundo lugar se trata de observar que la luz para los animales no es necesaria para vivir, en contraposición con los vegetales, y que un exceso de radiación es perjudicial, desarrollándose una protección hacia ella con la toma de coloraciones, -melanina- y examinar cómo la fotoperiodicidad, siendo de gran importancia para los vegetales, también lo es para muchos animales, pues frecuentemente regula el ciclo reproductor, ya que interviene en el desarrollo de las gónadas y es la causa de migraciones.



*Fig. 42.*— *Disposición alternada y orientación horizontal de las hojas, del tallo del arce de Noruega, que proporcionan la máxima exposición a la luz.* (Shiple, 1925, según Kener, Copyright Cambridge Univ. Press.).

1.— Observar en la fig. 42, la disposición de las hojas en el tallo. **¿Cómo están situadas? ¿A qué puede ser debido? ¿Qué forma suelen tener generalmente las hojas? ¿Esféricas, macizas, huecas, poliédricas...? ¿Tiene algo que ver con el hecho de que la luz no puede atravesar ciertos espesores?**



**Fig. 43.— Esquema de la estructura de una hoja.**

2.— Observar en la figura 43 la estructura general de una hoja.

En ella vemos en la parte superior, una fila de células pequeñas aproximadamente rectangulares, que forman la epidermis superior. A continuación una serie de células alargadas, prismáticas, ordenadas unas al lado de otras, formando lo que se denomina parénquima en empalizada. Por debajo de ellas existen otras con formas irregulares, que dejan entre ellas huecos llenos de aire, por lo que se llaman parénquima lagunar. Y cerrando la hoja tenemos la epidermis inferior, de características semejantes a la superior pero con numerosos estomas, es decir, aberturas que comunican las lagunas aéreas internas con el exterior.

Los puntos intracelulares que se pueden observar simbolizan los cloroplastos. Y los vasos, liberiano y leñoso, situados en el seno del parénquima lagunar, son los que transportan la savia elaborada o bruta.



**¿A qué puede ser debido la posición en “empalizada” de las células con cloroplastos de la parte superior de la hoja?**

Los cloroplastos no están uniformemente distribuidos en las células del parénquima clorofílico. En algunas especies, cuando la luz es demasiado brillante, los cloroplastos de la planta se alinean unos detrás de otros, de modo que la mayor cantidad de radiación posible pase sin tocarlos, pues un exceso de iluminación destruye la clorofila. Sin embargo, cuando la luz se debilita, los cloroplastos se extienden y absorben el mayor porcentaje posible de luz incidente. En ausencia de luz, pierden sus pigmentos y sufren el “ahilamiento”.

3.— En el medio acuático, la luz va desapareciendo a medida que nos alejamos de la superficie, pues el agua la va absorbiendo, por lo que las algas que viven en lugares profundos poseen estructuras que les permiten flotar.

Las plantas trepadoras o lianas, tienen un tallo débil y se apoyan en los vegetales más robustos mediante mecanismos como zarcillos, raíces adventicias, espinas, etc., para lograr su ascenso.

**¿Por qué algas y lianas desarrollan tales dispositivos?**

4.— Plantas epifitas son aquellas que viven siempre sobre los troncos y ramas de los árboles, y que a diferencia de las trepadoras, no están arraigadas en el suelo. No obstante, no son parásitas de los árboles sobre los que viven, pues éstos únicamente les sirven de soporte, absorbiendo el agua de la humedad ambiental.

Son epifitas algunas algas, líquenes, musgos e incluso cormofitas, cada una con sus exigencias y su forma de vida. En cuanto al factor LUZ, estas plantas han logrado

obtener la iluminación suficiente creciendo en los lugares adecuados.

**Fijámonos en la distribución que presentan las epifitas en un bosque tupido, como se señala en la fig. 44, indicar cuáles serán tolerantes (sombra) y cuáles intolerantes (sol-exposición).**

Hay que recordar que existen plantas que no necesitan para vivir de una gran cantidad de luz, se llaman **tolerantes** y podemos citar el haya. Pero existen otras que necesitan una gran cantidad de la misma para sobrevivir, es el caso de los girasoles, se trata de las plantas **intolerantes**.

5.- En el medio marino solemos encontrar las algas verdes superficialmente; a mayor profundidad, entre 5 y 20 mts., las algas pardas; las algas rojas todavía las encon-

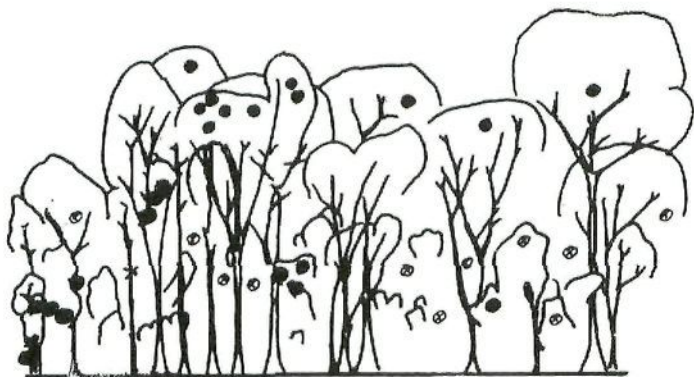


Fig. 44.- Disposición de epifitas en un bosque.

• Exposición (Sol)

x Tolerantes (Sombra).

tramos a mayor profundidad, entre los 10 y 30 mts., aproximadamente.

**¿A qué crees que puede ser debido?**

**¿A qué algas denominaríamos como tolerantes?**

**¿Qué conclusión podemos extraer de los ejemplos de los puntos 4 y 5?**

6.- Las plantas anuales que habitan en los bosques caducifolios, germinan al finalizar el invierno, incluso con temperaturas aún bajas, debido a un problema de luz en dicho bosque.

**¿Podrías explicar en qué consiste?**

7.- La variación en la cantidad de luz y en la duración relativa del día y de la noche, produce un efecto que denominamos "fotoperiodicidad".

Existen plantas de día largo que florecen cuando las noches son cortas, y hay plantas de días cortos porque florecen cuando las noches son largas.

Es muy importante la duración de las horas de oscuridad continua, pues basta la iluminación de unos pocos segundos durante la mitad de una noche larga, para anular la floración de la planta.

Los cultivadores de caña de azúcar de Hawai retardan la maduración de la planta iluminándolas con proyectores, durante unos momentos por la noche. De esta misma forma se puede hacer con otros cultivos, obteniéndose las flores, frutos y semillas cuando más le interese al agricultor.

**Citar ejemplos de plantas de días largos y plantas de días cortos.**

8.- Existen animales **cavernícolas** que viven com-

pletamente a oscuras, y éstos suelen tener tonos blanquecinos, mientras que los que viven en lugares de fuerte iluminación, adoptan coloraciones diversas. Muchos animales poseen una coloración más oscura en las partes expuestas al sol, que en el resto del cuerpo.

Las personas nórdicas son de piel clara, las de lugares ecuatoriales de piel oscura. Incluso una persona de piel clara, cuando se expone al sol, se vuelve morena.

### **¿A qué puede ser debido estas diferencias de color?**

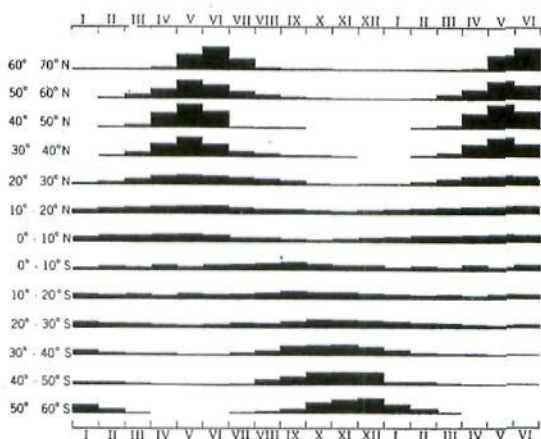
9.- Algunos animales que habitan las profundidades marinas poseen ojos “telesféricos”, y otros tienen la propiedad de la “bioluminiscencia”, es decir, tienen unos órganos luminosos que son capaces de producir luz en la oscuridad reinante, lo que les sirve de iluminación, reconocimiento, reclamo y advertencia. Otros peces tienen los ojos atrofiados.

### **¿Cómo explicas estos hechos?**

10.- Al igual que ocurría con la duración de las horas de luz y los vegetales, comentado en el punto 7, ocurre con los animales.

El caracol de agua *Lymnea palustris*, no pone huevos si la duración del día no es superior a las 13 horas.

**Observa y comenta la fig. 45, sobre la variación observada en la cría del gorrión distribuido por todo el planeta.**



**Fig. 45.- Intensidad relativa de la cría del gorrión inglés en cada mes del año en las latitudes indicadas. (Eaker, 1938).**

11.- Las **migraciones** de las aves, tiene relación con la duración de los días, pues muchas de ellas abandonan los países septentrionales en los meses de Julio y Agosto, cuando la temperatura es elevada y aún disponen de



alimento suficiente, y sin embargo regresan en primavera con temperaturas muy bajas.

Parece ser que a mayor cantidad de luz recibida, se produce un aumento del volumen de las gónadas y se desencadena la migración hacia el Norte; cuando, al finalizar el verano, la duración de los días es menor, ocurre lo contrario.

Mediante cambios artificiales en la duración de los días, se ha logrado que las truchas desoven en Agosto, en lugar de hacerlo en Diciembre.

### **¿Qué conclusión podemos extraer de las observaciones efectuadas en los puntos 10 y 11?**

**Actividades.**— Lectura recomendada: "Una golondrina no hace verano". Ver Apéndice. Pág. 203.

Realizar experiencias sobre Fototropismos.

### **¿Qué consecuencias podemos inducir de las observaciones y Actividades efectuadas, acerca de la relación existente entre los seres vivos y la LUZ?**

## **ADAPTACION A LA TEMPERATURA**

La Temperatura es un factor ecológico muy conocido, con una influencia bien patente y cuyas variaciones son fáciles de medir. Su influencia es decisiva en la distribución de las especies, así como el requerimiento de una temperatura adecuada para cada fase del ciclo vital de algunos organismos.

Los siguientes puntos tratan de hacer ver la relación de los seres vivos con la temperatura así como las diversas

adaptaciones que se despliegan para combatir las temperaturas extremas; unas morfológicas como puede ser el pelo o la gruesa capa de piel, otras fisiológicas como son el temblor o la sudoración y otras etológicas que se traducen por la búsqueda del lugar más idóneo. Búsqueda que puede consistir en un desplazamiento corto como es el exponerse al sol, o en un desplazamiento largo, como son las migraciones térmicas.

12.- La margarita inglesa crece y florece cuando está sometida a temperaturas inferiores a los  $10^{\circ}\text{C}$  durante la noche, y muere si está expuesta a temperaturas superiores a los  $20^{\circ}\text{C}$ . Por el contrario, la violeta africana muere al estar expuesta a temperaturas inferiores a los  $10^{\circ}\text{C}$ , y se desarrolla en condiciones óptimas por encima de los  $20^{\circ}\text{C}$ .

Muchos peces árticos no penetran hacia el Sur cuando las aguas están a  $10^{\circ}\text{C}$ , temperatura en cambio demasiado baja, para muchas especies tropicales.

**Estudiar la fig. 46, y comentarla.**

**¿Qué conclusiones se pueden intuir con los datos expuestos acerca de la distribución de los seres vivos sobre la Tierra?**

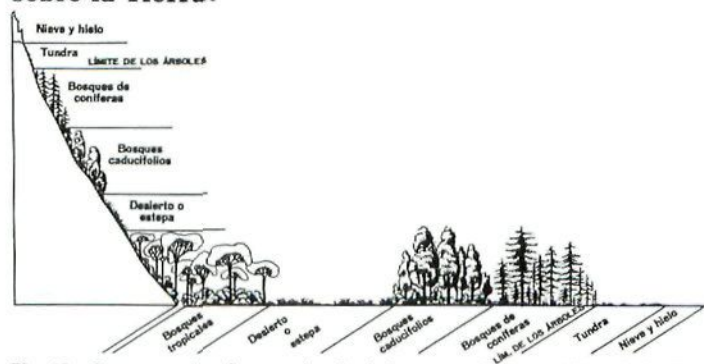


Fig. 46.- Correspondencia aproximada de las zonas biogeográficas latitudinales y altitudinales.



13.— La ostra americana puede vivir a temperaturas que oscilen entre el punto de congelación y los 32°C; no obstante, para el desove requiere temperaturas superiores a los 15°C, y para el desarrollo de las larvas, el agua debe estar por encima de los 20°C.

La langosta americana puede vivir a temperaturas comprendidas entre 0°C y 17°C, pero para la cría necesita que el agua permanezca a más de 11°C.

**¿Cuál será la distribución de estas especies y qué se puede inducir de los datos que se presentan en relación con el ciclo vital de estos organismos?**

14.— A 0°C, el agua se congela y se convierte en hielo. Unos organismos, para evitar la muerte por congelación, aumentan su concentración osmótica, como es el caso del centeno, otros logran la supervivencia de la especie mediante semillas secas, esporas o quistes, con escasez de agua en su composición, propios de bacterias, plantas y algunos animales.

**¿A qué se debe la muerte por congelación? ¿cuáles son los fundamentos físicos, de las dos adaptaciones al frío descritas?**

15.— Los tallos y las hojas de las gramíneas mueren a causa de las heladas invernales, mientras que los estolones y raíces de estas plantas continúan viviendo, y a partir de ellos brotan nuevos retoños cuando la temperatura es favorable. A parte, muchos árboles pierden la hoja en invierno por lo que reciben el nombre de **caducifolios**.

Observa y comenta la fig. 47.

Señala ejemplos de plantas anuales, bienales y árboles caducifolios.

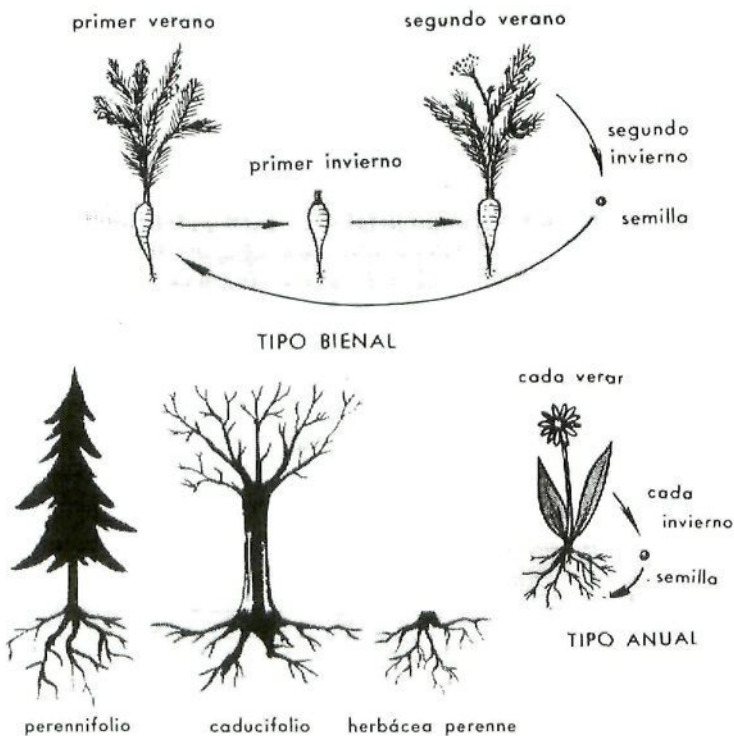


Figura 47.-

16.- Para hacer frente a temperaturas extremas, los animales se aletargan. En invierno buscan grietas o cuevas para soportar el ambiente frío y reducen su metabolismo. A este reposo invernal se le denomina "**hibernación**". Cuando el letargo ocurre en verano, recibe el nombre de "**estivación**".

Las moscas en verano, son molestas y abundantes, pero en invierno desaparecen para volver a aparecer en el verano siguiente.

**¿Poseen las moscas la adaptación de la hibernación? ¿cuál es su ciclo vital?**

**Cita algunos animales que invernen.**

17.- Observando la siguiente tabla se puede comprender la existencia de animales en el desierto, y por qué la mayoría de ellos viven bajo tierra y tienen hábitos nocturnos.

Disminución de la Temperatura con la profundidad por debajo de la superficie del desierto en Tucson, Arizona.

Aire (máximo) .....	42,5°C
Superficie (máximo) .....	71,5°C
10 cm bajo tierra .....	41,1°C
30 cm bajo tierra .....	29,8°C
45 cm bajo tierra .....	27,9°C

**Intentar dar una explicación de estos datos.**

18.- Las lagartijas en invierno buscan lugares soleados para exponer su cuerpo a los rayos del sol.

Las ranas y sapos se trasladan a lugares sombríos y húmedos.

Los ciervos descienden desde las montañas hacia los valles abrigados, en invierno.

Muchos peces emigran hacia alta mar, alejándose de las costas en verano, cuando éstas se calientan en demasía.

En épocas pasadas los bisontes recorrían kilómetros desde los territorios de invierno, hacia los lugares de pasturaje de verano, en Norteamérica.

En las migraciones de las aves, aunque es la luz el factor desencadenante, la temperatura desempeña un papel importante, pues difícilmente podrían estas aves, soportar el frío invernal.

**A la vista de estos ejemplos, ¿podrías decir en qué consisten las migraciones térmicas?**

19.- Un mecanismo para hacer frente a las temperaturas extremas sin aletargarse y manteniendo constante la temperatura corporal, es la *homeotermia*, que la desarrollan aves y mamíferos. El resto de organismos que no tienen esta capacidad se denominan poiquiloterms, y dependen en gran manera de la temperatura ambiental externa.

Los animales homeotermos presentan varios dispositivos morfológicos para combatir el frío; unos las pieles, otros una gruesa capa de grasa que actúa de aislante térmico, otros las plumas, que forman una especie de atmósfera interna en contacto con el animal separada del resto del ambiente.

**¿Podrías decir por qué cuando un ave tiene frío, eriza las plumas? ¿pueden ser los pelos de la piel una adaptación frente a la temperatura? ¿qué función realizarían?**

20.- Para combatir el frío existen también mecanismos fisiológicos como el tiritar o temblar, que no son sino pequeñas y rápidas contracciones destinadas a producir calor.

Para combatir el exceso de calor, los animales eliminan agua mediante sudoración, la cual al evaporarse baja la temperatura del cuerpo.

**Los perros no sudan, ¿sabes de qué manera bajan su temperatura? ¿Significa la homeotermia, que un animal que la posea, no puede morir de frío o de calor?**

21.— Hemos visto adaptaciones morfológicas y fisiológicas en animales homeotermos, **¿puedes señalar adaptaciones a la temperatura en el comportamiento de algún animal de temperatura constante?**

22.— Animales *poiquilotermos* o de sangre fría, son aquellos que tienen su cuerpo a la misma temperatura que el medio ambiente, es decir, siguen a éste en sus variaciones, de manera que las reacciones químicas que suceden en sus células se realizan a una velocidad mucho más alta en verano que en invierno. Debido a ello, la actividad de estos animales en invierno se reduce mucho, mientras que en verano es cuando desarrollan su mayor actividad fisiológica. Hay muchos casos en los que en la época invernal desaparecen las formas adultas y sólo persisten las larvas, a veces ocultas enterradas en el suelo, o los huevos que no avivarán hasta la primavera.

23.— El pez rueda, cuando el agua está fría, por debajo de los 5°C se agrupa en bandadas, pero si el agua está a una temperatura superior a los 8°C tiende a nadar separadamente.

La rana leopardo, cuando la temperatura es inferior a 5°C, se entierra en el barro del fondo de su charca.

El cangrejo arenícola *Emerita talpoidea*, durante el invierno a la temperatura de 3°C, tiene un metabolismo cuatro veces superior al del verano, por lo que no necesita invernar.



Las garrapatas se guían para localizar a sus víctimas de sangre caliente, del calor que emanan dichos cuerpos.

Algunas víboras y las serpientes de cascabel, pueden atacar a sus presas incluso en la más completa oscuridad, pues detectan la presencia de los organismos cuya temperatura sea ligeramente superior a la del ambiente.

### **Explica detalladamente estas observaciones.**

24.- En general, las especies de aves y mamíferos de regiones frías son de mayor tamaño que las de climas tropicales (osos). Con los animales poiquiloterms ocurre lo contrario, son mayores las formas que viven en lugares cálidos (insectos).

En los homeoterms, las extremidades como cola, orejas y patas, son menores en climas fríos, fig. 48.

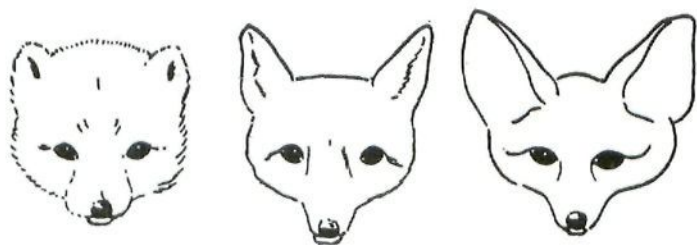


Fig. 48.- Cabezas del zorro ártico, *Alopex lagopus* (izquierda), zorro rojo. *Vulpes vulpes* (centro) y zorro del desierto, *Megalions zerda* (derecha), que muestran la graduación en el tamaño de las orejas.

Como el calor se pierde por la superficie, una explicación a la disminución de tamaño de las extremidades en los climas fríos puede ser que cuanto menor sea el área de la piel de un animal, más fácilmente podrá conservar su temperatura.

**Actividad.**— Tomar la temperatura rectal en animales homeotermos y poiquilotermos, como pueden ser una gallina o un perro y una lagartija, y compararla con la temperatura exterior. Realizar mediciones durante distintos momentos del día, varios días.

¿Qué conclusión podemos adoptar acerca de la influencia de la temperatura en la vida de los organismos y qué adaptaciones morfológicas, fisiológicas y etológicas podemos citar?

## **ADAPTACION AL AGUA**

El medio acuático es el idóneo para el desarrollo de la vida, pues es semejante al medio interno de los organismos, sin embargo la vida en el medio aéreo ofrece algunas ventajas, como son: mayor iluminación y más elevadas concentraciones de sustancias nutritivas para las plantas, mientras que para los animales, una vegetación más abundante para su alimentación y refugio, mayor disponibilidad de Oxígeno y más facilidad de movimientos. Frente a todo ello existe un gran inconveniente: La escasez de agua.

Por tanto los seres vivos deben presentar soluciones a este problema, que en general están basadas en las siguientes medidas:

- a) Reforzar la búsqueda del agua.
- b) Tratar de impedir que se pierda la que se posee.
- c) Almacenarla en previsión de épocas de escasez.



La observación de cómo se realizan estas tres formas de solucionar el problema del agua, tanto vegetales como animales, es lo que tratan los siguientes puntos.

25.- Los seres vivos deben mantener un equilibrio entre el agua que incorporan y la que pierden.

Las plantas que viven en lugares secos se denominan "xerofitas", y las que viven en lugares húmedos "hidrofitas".

**Fijándote en la fig. 49, señala las adaptaciones que observas en la planta de suelo desértico, para conseguir almacenar agua y evitar la pérdida de ésta.**

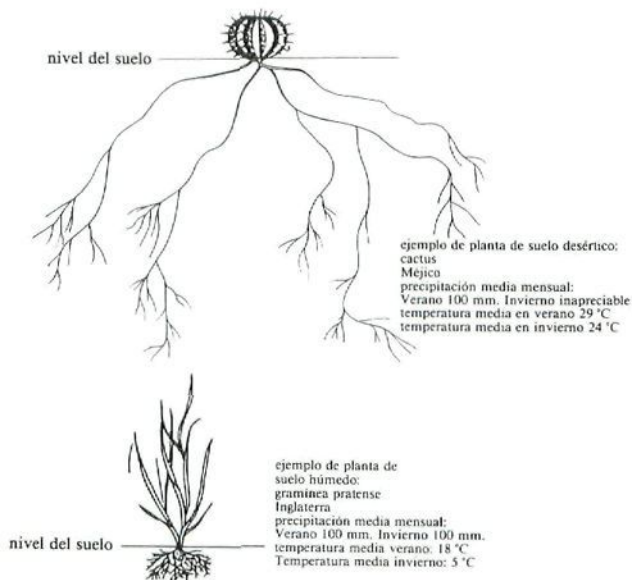


Fig. 49

26.- Además de las adaptaciones señaladas en el punto anterior, las plantas xerofitas, para evitar la pérdida de agua por transpiración, recubren el tronco de corcho, disminuyen el número de estomas o éstos quedan situados en depresiones recubiertas de pelos, **¿cuál puede ser la función de dichos pelos?**

Algunas plantas tienen hojas recubiertas de cera; otras las tienen muy reducidas, adoptando formas aciculares, convirtiéndose en espinas e incluso llegando a desaparecer. Si la desaparición de las hojas es transitoria y ocurre en verano, tenemos una estivación, si ello tiene lugar en invierno, una hibernación.

Las plantas hidrofitas absorben grandes cantidades de agua y en consecuencia la transpiran, no poseyendo para ello ni pelos ni estomas, y tienen muy desarrollados los espacios intercelulares, que al estar llenos de aire les permite la flotación.

27.- Las plantas intermedias entre las hidrofitas y las xerofitas, reciben el nombre de "*mesofitas*" que según sus necesidades de agua y la disponibilidad de la misma, podrán vivir en determinados lugares.

Un roble puede transpirar 570 litros de agua en un día, lo que significa que no puede encontrarse en cualquier sitio. Las semillas del sauce llorón sólo pueden vivir unos cuantos días si caen en un suelo que no sea muy húmedo, lo que explica que se encuentren típicamente en las orillas de las corrientes de agua.

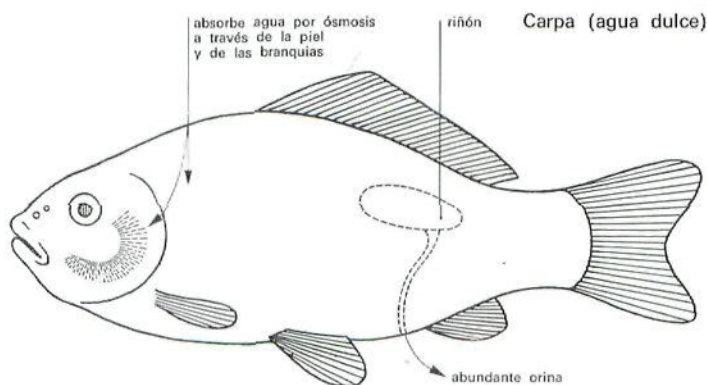
28.- Mecanismos para evitar la pérdida de agua de la transpiración en los animales son, las escamas de la piel de los reptiles y el caparazón de quitina de los insectos. En este sentido, se restringe también otras pérdidas fisiológicas naturales de agua, como son una orina muy concentrada y una solidificación de las heces.

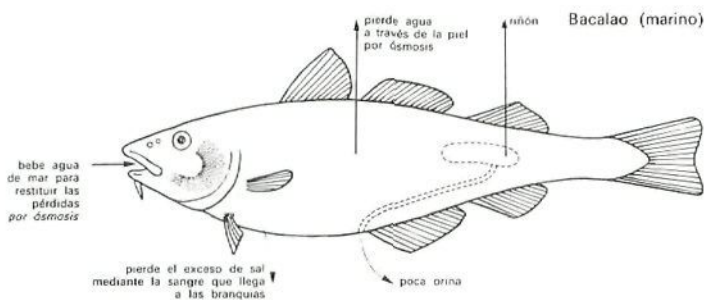
Hay animales que incluso no necesitan beber agua, como es el caso de los termes, y ello es debido a que son capaces de producir la que necesitan mediante reacciones metabólicas internas.

El caso más frecuente es la búsqueda del lugar idóneo. Así las ranas, que necesitan de una piel húmeda para respirar, habitan lugares que no sean secos para evitar la evaporación. Lo mismo ocurre con los caracoles, lombrices, etc.

29.- No sólo existen problemas de agua en el medio aéreo, también ocurre en el medio acuático, pues la presión osmótica interior de un organismo, debe ser igual a la existente en el exterior, de lo contrario existen dificultades para mantener la cantidad de agua del organismo.

**Observando la fig. 50, señalar los problemas que se les presentan a dichos peces, las causas de dichos problemas, y cómo los solucionan.**





**Figura 50.- Problemas osmóticos de los peces marinos y de agua dulce.**

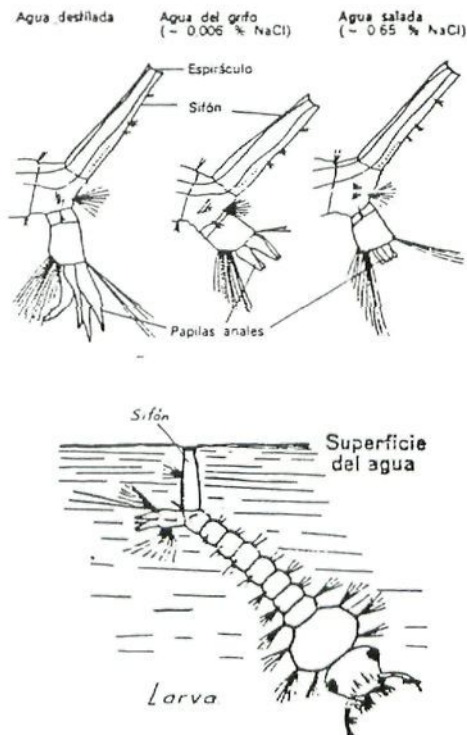
30.- Las orillas del mar y lagos salinos, son hábitats que resultan excesivamente “secos” para la mayoría de los vegetales terrestres y de agua dulce. Sin embargo allí pueden vivir una serie de plantas que denominamos “*halofitas*”, cuya adaptación consiste en que su presión osmótica interna es muy elevada.

**¿Por qué estos hábitats, siendo acuáticos, se consideran secos? ¿qué adaptaciones morfológicas presentarán dichas plantas, teniendo en cuenta que viven en estos ambientes fisiológicamente secos?**

31.- Las larvas del mosquito común son acuáticas y poseen un pequeño tubo posterior o sifón que les sirve para respirar, tomando aire directamente de la atmósfera y debajo de dicho sifón tienen las papilas anales, con las que absorben selectivamente sales, fig. 51.

**Relacionar el diferente desarrollo de estos órganos absorbentes con el medio en el que viven, intentando explicar su causa.**

**Actividad.**— Lectura recomendada: “Adaptación o Muerte”. Ver apéndice. Pág. 209.



**Figura 51.**— Extremo posterior de larvas del mosquito *Culex pipiens* criadas en medios de diversa concentración salina mostrando un grado diverso de desarrollo de las papilas anales (según V.B. Wigglesworth. 1965. The principles of insect physiology. Methuen & Co., London).



## **ADAPTACION A LA ACCION CONJUNTA TEMPERATURA-HUMEDAD**

Los factores físico-químicos de un Ecosistema no se presentan aislados y existe además una interrelación entre ellos. La temperatura influye en la humedad relativa, así como sobre la intensidad de la evaporación. De la misma forma, la temperatura está relacionada con la luz, tanto con su intensidad como con las horas de iluminación, y esto a su vez con la cantidad de organismos vivientes, etc.

Por todo ello, muchas veces es difícil decidir cuál es el problema que se soluciona mediante una determinada adaptación, ya que son muchos los planteados simultáneamente.

32.- El Jerbo o rata-canguro del desierto, pasa el día en madrigueras subterráneas y sólo sale de noche.

La salamandra en un día de verano, evita las horas de sol, ocultándose en lugares húmedos y retirados.

**Con este comportamiento, ¿intentan evitar los riesgos de la temperatura o huir de la evaporación excesiva?**

33.- En verano son muchas las plantas que se "agostan", es decir, se secan dejando latentes esporas o semillas.

La mariquita *Coccinella septempunctata*, se aletarga durante el verano, lo mismo ocurre con la ardilla terrestre. Muchos insectos, crisalidan o realizan la puesta al llegar el verano y no continúan su desarrollo hasta la primavera siguiente. Durante el verano, son muchos los animales que experimentan cambios notables, morfológicos o fisiológicos.

Esta estivación, ¿es debida a las altas temperaturas, a la sequía o quizás a la falta de alimento?

34.- A la vista de la fig. 52, comentar la interacción existente entre la temperatura y la humedad, en el número de días necesarios para el desarrollo del gorgojo del algodónero y en la regulación de su letargo.

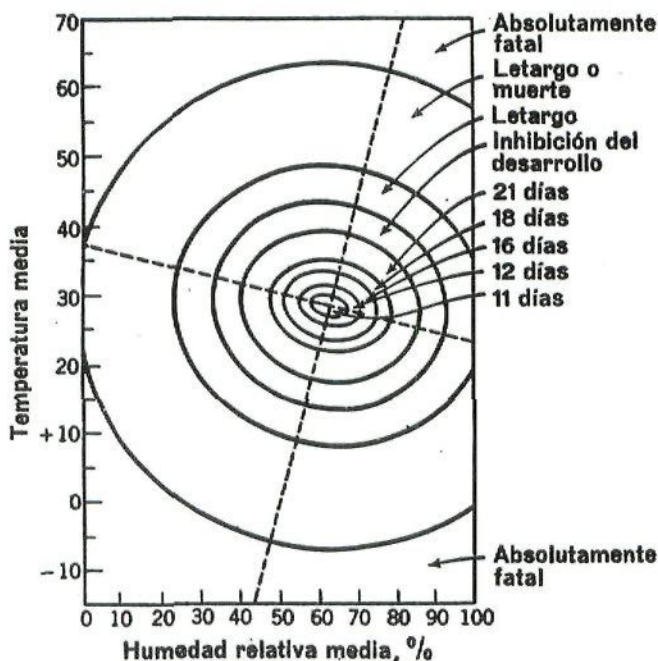


Figura 52.- Acción conjunta de la temperatura y de la humedad en el desarrollo del gorgojo del algodónero.



35.- Ante el esquema de la fig. 53, **comentar la interacción de la humedad y la temperatura, en la regulación de la distribución de las masas vegetales en el planeta.**

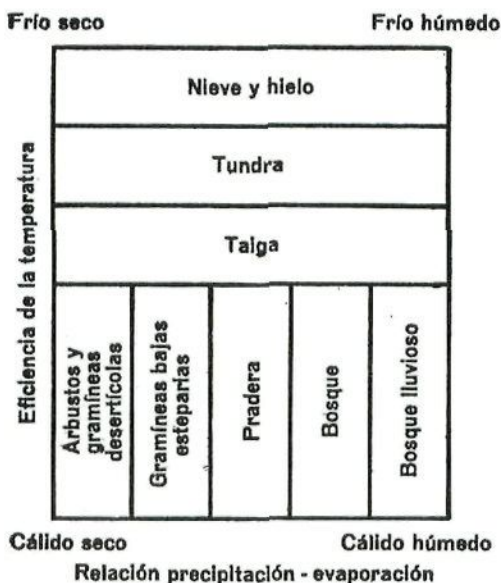


Figura 53.- Distribución de la vegetación.

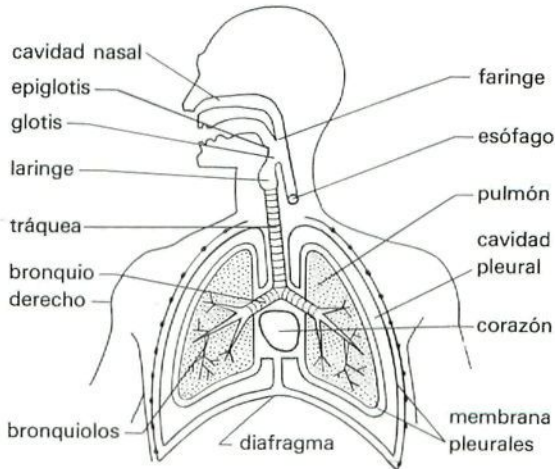
## ADAPTACION A LOS GASES ATMOSFERICOS

La Atmósfera y los gases que la componen son unos de los principales componentes físico-químicos del Biotopo, especialmente el Oxígeno y el Anhídrido Carbónico, ya que intervienen en procesos tan importantes como la Respiración y la Fotosíntesis, y se encuentran tanto en el aire como en el agua; el  $O_2$  disuelto en ella y el  $CO_2$  combinado formando el Acido Carbónico  $CO_3H_2$ .

El Oxígeno lo necesitan los organismos aerobios para poder utilizar la energía que se contiene en los alimentos orgánicos (que han capturado o producido) y sin ella no podrían vivir. Debido a esto, los diferentes seres vivos procuran asegurarse la incorporación del  $O_2$ , viviendo en lugares cuya concentración sea suficiente, o bien desarrollando unos mecanismos eficaces para el intercambio de gases, cuya complejidad dependerá del organismo y del medio en el que habita.

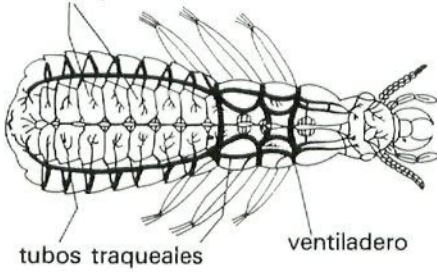
36.- De acuerdo con la complejidad de los organismos y el ambiente donde habitan, se pueden distinguir cinco maneras diferentes de llevar a cabo la incorporación del Oxígeno atmosférico a las células que los componen: Directa, cutánea, traqueal, branquial y pulmonar.

**Ante la fig. 54, realizar los comentarios correspondientes, señalando cuál es el tipo de respiración del animal e indicando su mecanismo de actuación.**



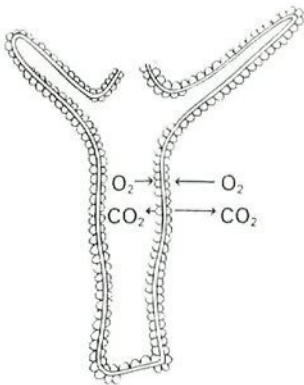
**Sistema respiratorio humano.**

tubos traqueales

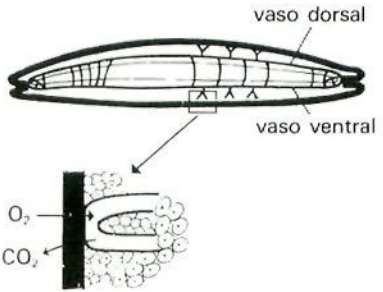


tubos traqueales

ventiladero



A Hidra



B. Anélido

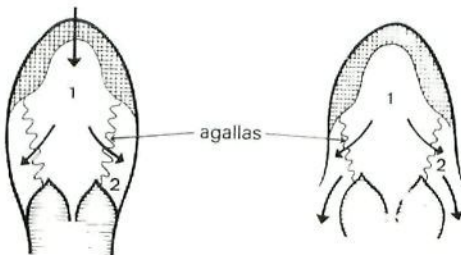


Figura 54.- Diversos sistemas respiratorios.

37.— Las aguas tropicales someras pierden con facilidad el Oxígeno debido a la temperatura, por ello muchos peces necesitan respirar directamente el aire. Así la perca arborícola de la India (Anabas), posee sobre las branquias unas cámaras aéreas especiales que le permiten que transcurra su vida casi totalmente sobre la Tierra.

La vejiga natatoria pudo originarse como órgano respiratorio accesorio. De hecho, en los peces óseos primitivos, conserva su comunicación con la faringe y la sangre que les llega por unas arterias pulmonares, consiste en sangre venosa.

**Señala de qué forma la vejiga podría intervenir en la respiración de los primitivos teleósteos.**

38.— En general, las raíces de las plantas, detienen su avance de penetración en el suelo, cuando alcanzan capas que por dificultades de aireación, disponen menos de 32% de Oxígeno.

No obstante hay excepciones a esta regla, pero ello supone determinadas adaptaciones como son los ejemplos siguientes:

Algunas plantas hidrófitas poseen **neumatóforos**, es decir, unas raíces de desarrollo ascendente que sobresalen del agua para poder captar el Oxígeno del aire.

El sauce tiene muchas veces las raíces inundadas de agua pues frecuentemente vive en las riberas de los ríos, y no posee mecanismos de atrapar Oxígeno, pero se supone que sus tejidos radicales son capaces de vivir **anaerobiamente**.

39.— Existen animales que viven en el seno del agua, sin embargo para respirar necesitan del Oxígeno libre

atmosférico. Veamos a continuación, algunas diferentes formas de solucionar este problema.

La chinche de agua *Notonecta* y otros coleópteros acuáticos acuden a la superficie para almacenar burbujas de aire debajo de sus élitros, que les sirva de provisión de Oxígeno en su vida subacuática.

Las larvas de los mosquitos y otros dípteros, poseen tubos respiratorios (sifones) con los que alcanzan la superficie del agua, fig. 51.

Algunos caracoles rellenan periódicamente sus pulmones con aire de la superficie, aunque lleven una vida acuática.

Otros animales que habitan en el seno del agua, perforan los tallos o raíces de las plantas hidrofítas que emergen, para obtener el Oxígeno que se encuentra en su interior.

40.- Los animales acuáticos son capaces de utilizar el Oxígeno disuelto en el agua; los que viven fijos en el fondo, hacen circular el agua a su alrededor. Los acuáticos activos como los peces, llevan el agua a sus branquias, nadando o bebiendo. De esta forma si a la caballa se la confina en un lugar reducido o se le impide nadar con rapidez, muere de asfixia aun cuando el agua se encuentre saturada de Oxígeno. **¿A qué crees que esto puede ser debido?**

41.- En algunos animales, la intensidad de su metabolismo es tan baja, que les basta una pequeña cantidad de Oxígeno para vivir. Otros animales poseen un tipo especial de hemoglobina, que es 100 veces más eficaz que la hemoglobina normal, a presiones de Oxígeno menores.



Cuando en una zona no existe el Oxígeno, no pueden vivir los organismos aerobios y sólo lo pueden hacer los que tienen metabolismo anaerobio.

**Teniendo en cuenta los puntos 39, 40 y 41 y sabiendo que en un lago la cantidad de Oxígeno disminuye con la profundidad, realiza un esquema en el que sitúes los diferentes organismos que allí se mencionan.**

42.- El mar y las aguas duras poseen muy poca cantidad de su  $\text{CO}_2$  en forma libre, lo que es insuficiente para las plantas que allí viven, pues lo necesitan para realizar su función clorofílica. Sin embargo, se ha comprobado que muchas son capaces de absorber el ión bicarbonato  $\text{CO}_3\text{H}^-$ , que está disuelto en el agua y proviene de la disociación del  $\text{CO}_3\text{H}_2$ , y lo utilizan para su fotosíntesis, por lo que es difícil encontrar un defecto de  $\text{CO}_2$ .

43.- La proporción del  $\text{CO}_2$  es importante, pues regula la intensidad de los movimientos de ventilación pulmonar.

También es importante la concentración del  $\text{CO}_2$  en el agua, pues está relacionada con la orientación de los animales acuáticos. Así, los peces **anadromos** como el salmón, que dejan el mar emigrando aguas arriba de los ríos buscando un lugar para desovar, parece que usan como factor orientador para encontrar el sitio idóneo, la diferencia de concentraciones de  $\text{CO}_2$  que existe en el agua, además de ayudarse del descenso de temperaturas.

**Actividad.-** Lectura recomendada: "Animales Inventores". Ver Apéndice. Pág. 215.

## **ADAPTACION A LOS ELEMENTOS NUTRITIVOS**

Los elementos nutritivos a los que nos referimos son las sales biogénicas y los elementos micronutricios.

Se trata de observar la ley del **Mínimo de Liebig**: “El desarrollo de un organismo depende de la cantidad de alimento que le es presentada en cantidad mínima”. De modo que los elementos químicos necesarios para el desarrollo fisiológico y la reproducción, representan factores limitantes.

Ante la ausencia o exceso de estos factores, los animales responden buscándolos o alejándose; en suma, se trata de un evidente factor de distribución.

44.— El *calcio* es un elemento que se suele encontrar en el suelo, pero hay plantas que no se desarrollan si éste está presente; otras como la brechina (calluna) y el arándano (vacinium), son calcifobas, pues sólo pueden soportar concentraciones bajas, hasta el 3-4%; hay otras que sólo se desarrollan en terrenos calizos o dolomíticos.

La presencia del *yeso* es difícilmente tolerado por la mayoría de las plantas, sin embargo hay gramíneas que viven en terrenos yesíferos.

Las plantas leguminosas pueden vivir sin que existan *Nitratos* en el suelo, ya que poseen unas bacterias asociadas a sus raíces, llamadas *Rhizobium*, capaces de fijar el Nitrógeno directamente de la Atmósfera y cedérselo a la planta.

**¿Qué puedes decir sobre la distribución de estas plantas y las adaptaciones que presentan?**



45.- El oso es **omnívoro**, su dieta incluye desde mamíferos de buen tamaño hasta las diminutas hormigas y desde los arándanos hasta la miel y el salmón.

Algunos **carnívoros** comen a veces plantas, y determinados **herbívoros** consumen elementos animales.

**¿Qué relación se puede encontrar entre estas observaciones y la necesidad de vitaminas por parte de los animales?**

46.- La falta de *sal común* (cloruro sódico) en el alimento, hace que ciervos, alces y otros rumiantes recorran grandes distancias en busca de esta sustancia.

Los intentos de cría de ovejas en Australia eran infructuosos, hasta que se descubrió la falta de *Cobalto* en el suelo. Añadido éste como fertilizante, en pequeñísimas concentraciones, Australia exporta lana, en cantidades superiores al 40% del mercado mundial.

47.- Las conchas de los caracoles que se encuentran sobre terrenos calizos, pesan el 35% de su peso total, mientras que los que habitan en lugares faltos de cal, no llegan al 20%.

Los huesos de los mamíferos que viven sobre suelos calizos, son más fuertes y pesados que los del resto.

**Enuncia la ley del Mínimo de Liebig concretándola para los ejemplos citados en estos dos últimos puntos y señala dónde reside la posible adaptación.**

## **ADAPTACION AL SUSTRATO**

Se pretende ver la gran diversidad de sustratos posibles, desde el aéreo o acuático al interno de los endoparásitos, y sus posibles adaptaciones.

Especial atención merece la película superficial del agua, pues las pequeñas partículas nutritivas que se encuentran en el aire descienden posándose sobre ella, y muchas de las materias procedentes del interior, suben hacia la superficie y permanecen flotando, por lo que la interfase agua-aire, constituye un excelente lugar de alimentación para los organismos que estén adaptados a vivir en ella.

48.- Los insectos llamados “zapateros”, se apoyan con sus largas patas sobre la fina película de agua que se forma debido a su tensión superficial.

Algunos caracoles y gusanos planos, utilizan dicha película por la parte inferior, como sustrato por el que se desplazan.

Los erizos de mar excavan cráteres en las rocas, y algunos moluscos bivalvos son capaces de perforarlas por muy duras que éstas sean.

Muchos percebes, mejillones, gusanos tubícolas, etc..., se fijan sobre cualquier sustrato, por muy liso que éste sea. Un buque a los seis meses de botado, consume un 30% más de combustible, debido a los organismos que se fijan en su casco, a no ser que se recubra de una pintura especial que lo impida.

**Realiza un dibujo esquemático de un insecto zapatero sobre el agua e indica dónde reside su adaptación más sobresaliente.**

49.- **Observando la fig. 55, intentar explicar las adaptaciones a sustratos blandos.** De las imágenes de arriba que corresponden a aves, la fig. B está adaptada a la nieve. Las imágenes de abajo corresponden a antílopes que habitan diferentes sustratos, el C se mueve por riscos y

montañas, mientras que el D camina por lugares más arenosos.

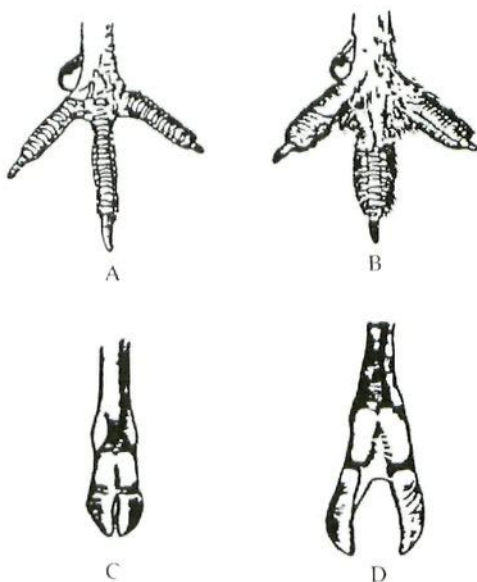


Fig. 55.- Adaptaciones a diversos sustratos.

**¿Por qué para moverse por la nieve, el hombre usa esquís o raquetas?**

50.- En general, los animales que viven sobre terrenos rocosos, poseen pies pequeños y duros con pocos dedos.

**¿Qué adaptaciones presentan patos, cisnes y gaviotas en sus patas y a qué es debido?**

**¿Cómo son las patas de los flamencos, y cuál es la causa?**

**Las plantas que pueden vivir sobre la arena, ¿tendrán un sistema radicular extenso o reducido?**

## **ADAPTACIONES A LA DENSIDAD, PRESION, VISCOSIDAD Y CORRIENTES**

Estos factores caracterizan de manera muy particular un determinado Biotopo.

La *densidad* del agua es mayor que la del aire, y muy próxima a la densidad celular, por lo que las células, en el medio acuático, se encuentran casi en equilibrio, y los organismos flotan, "se sienten protegidos" y no necesitan soportes, pues la gravedad se experimenta con menos fuerza, según el principio de Arquímedes (el esqueleto de los peces, más que soporte, sirve de inserción a los músculos).

Esta diferente densidad de los medios externos es causa de la diferencia en el incremento de *presión* al aumentar la altura de la Atmósfera y la profundidad del mar, pues a una elevación de 300 mts., sobre el nivel del mar, corresponde un descenso de presión de unos 25 mm de mercurio, mientras por cada 10 mts. de profundidad en el agua, la presión aumenta 760 mm, es decir, una atmósfera.

Para entender las adaptaciones de la *Viscosidad* hay que comprender este término. La Viscosidad de un fluido, aproximadamente, consiste en la fuerza de rozamiento que tiende a oponerse al desplazamiento de una molécula de dicho fluido con respecto a las otras.

Las *corrientes* son producidas por el aire o el agua en movimiento, dando lugar al viento o bien a las olas, corrientes marinas fluviales, etc..., las cuales en general tienen acciones abrasivas.

51.— Los animales marinos alcanzan tamaños mayores que los terrestres.

Las algas *Macrocystis* pueden medir más de 35 mts. y carecen de tejido leñoso que las “soporte”.

Los vegetales terrestres tienen tejidos de sostén y los animales terrestres desarrollan esqueleto. **¿A qué es debido esto?**

52.- La flotación de organismos en el mar, es posible porque algunos presentan gotitas de aceite, o bien vesículas de aire.

Las diatomeas, que tienen un caparazón silíceo pesado, lo contrarrestan con un jugo celular más ligero que el agua.

Observando el copépodo que se representa en la fig. 56, el cual ha aumentado considerablemente su superficie disminuyendo el volumen, **¿podemos decir si se trata de un animal planctónico, o si por el contrario se hundirá en el agua? ¿por qué?**

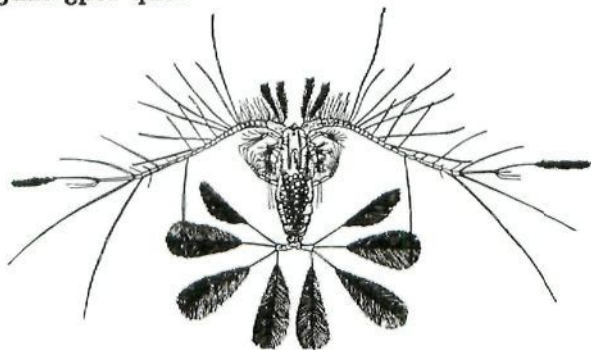


Fig. 56.- *Calocalanus pavo*, copépodo tropical.

53.- Las águilas y los buitres suelen tener los 6.000 mts. como altura límite y están poco tiempo en esas cotas.

La población humana que se encuentra a mayor altura se halla ubicada en el Tibet, a unos 5.000 mts. sobre el



nivel del mar y sus habitantes poseen unas adaptaciones especiales, las cuales deben conseguir los alpinistas que intentan escalar los grandes picos y para ello se conceden un "tiempo de aclimatación", **¿puedes decir de qué adaptaciones se trata?**

Muchos animales nadadores poseen cavidades llenas de aire. El ejemplo más patente es la vejiga natatoria de los peces que les facilita la flotación; cuando el pez desciende, la vejiga es comprimida, mientras que al ascender, se dilata; el gas debe abandonar la cavidad de la vejiga o ser introducido en ella, para que el pez pueda mantener el equilibrio necesario, ya que para conseguir una flotabilidad neutra, la vejiga debe ocupar el 5% del volumen del pez en el mar, y del 7% al 10% en agua dulce.

**Relacionar estas observaciones con las variaciones de presión del medio y comentar el funcionamiento de la vejiga natatoria.**

54.— Observemos la forma externa de un pez, de un ave y de un mamífero terrestre. Haced un pequeño dibujo de ellos para facilitar la observación.

El pez tiene una piel resbaladiza y escamas, el ave posee plumas y el mamífero, pelos.

La cantidad de musculatura corporal en relación con el tamaño de las vísceras, es mucho mayor en el pez que en los otros dos animales.

**Extraer consecuencias de estas observaciones en cuanto a la viscosidad de los diferentes medios que habitan estos animales, es decir, el acuático y el aéreo.**

55.— Los organismos que viven en la línea de costa donde baten las olas, suelen tener caparazones, o bien

viven enterrados en la arena, o bien poseen órganos para sujetarse a las rocas. Las algas marinas, sin embargo, tienen tejidos flexibles recubiertos de una superficie coriácea.

La vegetación de alta montaña es baja, achaparrada y en forma de casquete esférico. Los insectos que habitan estos lugares, al igual que los que se encuentran en islas pequeñas, son predominantemente ápteros, para evitar las corrientes de aire, fig. 57.

### Intentar explicar estas observaciones.

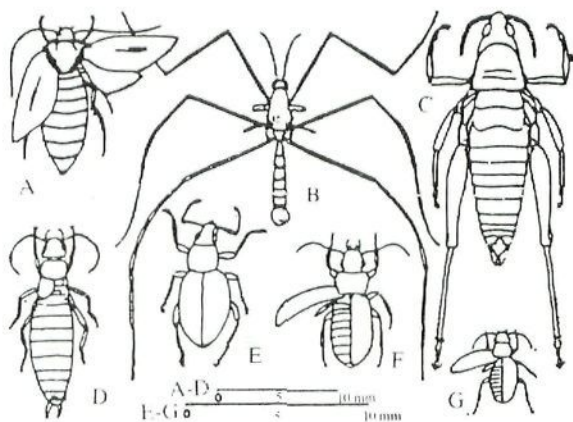


Fig. 57.- Insectos no voladores que viven por encima de los 4.200 m. de altura en el Kilimanjaro. A. *Saltia acrophylax*, hembra branquiaptera; B. *Tipula subaptera*, micróptero; C. *Paraspheera pulchripe* áptero; D. *Forticula triangulata*, micróptero; E. *Parasystatiella agrestis*, con élitros fusionados; F. *Plocamotrechus kilimanus*, micróptero; G. *Peryphys sjoestedti*, micróptero. Ápteros, sin alas micrópteros de alas vestigiales; branquiópteros, formas de alas pequeñas en las especies polimorfas. (Según Salt<sub>31</sub>).



56.- Existen semillas que tienen estructuras plumosas, vejigas o pequeñas alas. **¿Qué significado ecológico pueden tener dichas estructuras?**

Las larvas de tricópteros, modifican la forma de sus nidos y los materiales con que están contruidos según la fuerza de la corriente. Cuando las aguas son tranquilas, los materiales utilizados son grandes e irregulares, pero a medida que aumenta la intensidad de la corriente, estos son más finos y la forma del nido más currentilínea. **Averiguar qué son los Tricópteros.**

**Estudiar la vida de las anguilas y relacionar sus migraciones con las corrientes marinas existentes.**



# **ADAPTACION A LOS FACTORES BIOLÓGICOS**



## **ADAPTACION A LOS FACTORES BIOLÓGICOS**

Los individuos que habitan un determinado territorio no están solos, sino que viven con otros seres de su misma o distinta especie, con sus necesidades y su conducta, y denominamos factores biológicos al conjunto de seres vivos que habitan el Ecosistema.

Las tres funciones vitales que realiza todo ser vivo son: Relación, Nutrición y Reproducción. Vamos a estudiar casos que protegen o desarrollan estas tres funciones. La función de la Relación la hemos transformado en la Defensa, y aunque aquel es un concepto más amplio, sus principales adaptaciones tratan de la defensa del individuo o de la especie.

### **ADAPTACION A LA DEFENSA**

57.- Las tortugas poseen un caparazón de indudable importancia defensiva.

Algunos animales, además de poseer un fuerte revestimiento del cuerpo, éste se encuentra articulado para poderse enrollar formando una bola. **¿Qué ventajas defensivas tiene la adopción de esta forma?**

El cangrejo ermitaño utiliza la concha vacía de un molusco para guarecer su abdomen desnudo.

Los tunicados poseen el cuerpo revestido de un material (tunicina) difícilmente metabolizable.

58.— Muchos vegetales poseen espinas defensivas, por ejemplo la palmera, el naranjo, o la ortiga, que a la defensa mecánica ha unido la defensa química.

La presencia de espículas en las esponjas, constituye una defensa frente a los depredadores.

Los pelos de puercoespines y erizos se han convertido en púas defensivas.

El rotífero *Brachinus calyciflorus*, que forma parte del zooplancton, posee espinas móviles y de desarrollo variable, que sólo aparecen como reacción ante la presencia de un depredador también rotífero.

### **Señalar otros ejemplos de adaptaciones defensivas pasivas.**

59.— El mecanismo de amputación espontánea (autotomía) está muy desarrollado en ortópteros, cangrejos y lagartos (cola). Se trata de porciones de mínima resistencia en el esqueleto del animal que una vez separadas de éste, atraen la atención del depredador.

Algunos cangrejos, pinzan con sus quelas al atacante y luego las autotomizan, escapando y dejándolas implantadas en el agresor. En el S.W. de España se explota al decápodo *Uca Tangeri* utilizando sus quelas, arrancándoselas sin matar al animal.

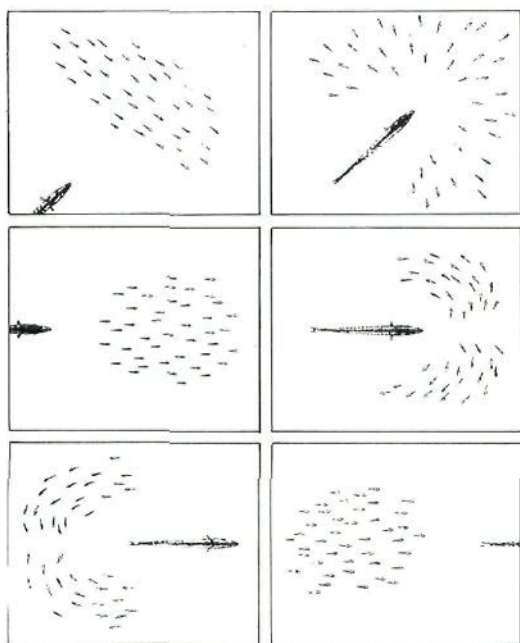
De todos es conocido la facilidad con que nos quedamos con el rabo de una lagartija entre los dedos, al intentar atrapar este animal cogiéndolo por la parte opuesta a la cabeza.

60.— Un aumento en las dimensiones siempre constituye una defensa eficaz.



Si las células no pueden aumentar de tamaño se reúnen en grupo, así las colonias de algas, debido a su tamaño, son difícilmente atrapadas por los organismos filtradores.

Sin embargo, otras veces es el tamaño diminuto el que constituye una verdadera defensa, pues, por ejemplo, sólo a partir de ciertas dimensiones, pueden ser retenidas las partículas por los animales filtradores.



**Fig. 58.-** Maniobras defensivas de un cardumen de peces pequeños.

**Observar en la fig. 58, el comportamiento de un banco o cardumen de arenques enanos ante la acometida de un depredador, comentando la ventaja del grupo frente al individuo.**

En las especies con mayor o menor sentido gregario, se ha desarrollado un comportamiento de alarma, estableciéndose unos estímulos que pueden ser visuales, acústicos o químicos. Ciertos movimientos de la cola tienen sentido de alarma en ardillas, antílopes, etc. Las voces o gritos de alarma son muy conocidos en las aves.

61.— Algunas mariposas son desagradables a los pájaros, por las sustancias acumuladas en su cuerpo graso.

Los huevos de ciertas aves son de sabor repugnante y los de algunos peces son tóxicos.

Los órganos de Cuvier que expulsan las holoturias, contienen un potente neurotóxico, la holoturina.

62.— Algunos artrópodos producen secreciones repugnantes. El escopetero o escarabajo bombardero (*Brachinus crepitans*), posee unas glándulas que vierten sustancias que reaccionan en el exterior visiblemente y con elevación de la temperatura. Muchas hormigas pueden proyectar sustancias irritantes que contienen ácido fórmico.

Los cnidoblastos son células urticantes que poseen las medusas y otros cnidarios.

Algunos gasterópodos marinos producen unas secreciones ácidas que actúan como repelentes.

Las musarañas, ginetas y sobre todo las mofetas, expulsan secreciones fétidas y repugnantes incluso a distancia.

### Señalar otras adaptaciones defensivas activas.

63.- Los terpenos contenidos en la hojarasca de Eucaliptus, inhiben el desarrollo de otras plantas.

Algunas fanerógamas como el romero (*Rosmarinus*), el brezo (*Erica*), etc., ceden sustancias al suelo que inhiben el desarrollo de cierta flora anual.

Muchos hongos producen antibióticos.

64.- Las plantas también se defienden de los herbívoros secretando productos tóxicos para ellos.

Los animales herbívoros no comen cualquier planta, sino que las seleccionan, pues muchas de las llamadas sustancias secundarias que no son sino productos de desecho metabólico del vegetal, tienen función defensiva para la planta. No obstante, ante la presente tabla, se puede observar que muchos vegetales, a pesar de contener sustancias tóxicas, son consumidos por determinados animales.

Grado de aceptación por animales de diversas especies de plantas pratenses.

Características protectoras	Tanto por ciento de especies		
	no comidas	poco comidas	bien comidas
Alcaloides	53	9	38
Glucósidos	31	28	41
Esencias	21	44	35
Gusto amargo	35	26	39
Superficie áspera	13	49	38
Plantas espinosas	25	35	40

El que un animal consiga adaptarse a una sustancia que es tóxica para los demás, significa disponer de alimento sin competencia. Al especializarse en la alimentación sobre dichas plantas, sobreviene una diversidad.

### **Comentar la posible relación entre la diversidad química de la vegetación y la diversidad de la fauna.**

65.- Algunos animales hacen valer el refrán de “la mejor defensa es el ataque” y poseen argumentos para ello, como son los cuernos de toros, ciervos, búfalos; colmillo de jabalíes; coces de caballo o jirafa, etc.

Para muchos, la mejor defensa es la huida, desarrollando un aparato locomotor adaptado a la carrera o al salto.

### **Señala diversos ejemplos de estas adaptaciones.**

66.- **Coloración Críptica.** Las aves consumen con preferencia los insectos y roedores cuyo color contrasta con el fondo, pues llaman más la atención. Para evitar esto, los animales desarrollan una pigmentación que determina un tipo de coloración que las protege de sus enemigos. Se trata de la coloración Críptica, mediante la cual el individuo se confunde con el fondo.

Aves, roedores e insectos, que habitan en áreas herbáceas y poseen este tipo de coloración, tienen el instinto de agacharse y quedarse inmóviles ante una situación de alarma, como es el caso de la codorniz o de muchos tipos de saltamontes.

A veces el motivo del dibujo consiste en manchas que rompen el contorno visual del animal, descomponiéndolo y haciendo que algunas partes se integren con elementos del fondo (cebra, tigre).

Hay insectos que semejan ramitas u hojas, incluso con fragmentos recortados y con ataque de hongos (insecto-hoja, insecto-palo, etc.).

67.— Son muchos los animales que pueden mudar activamente de color, por medio de una respuesta directa de la piel, a estímulos hormonales, nerviosos, o a ambos, como es el caso del camaleón, lenguado, raya, etc.

La sepia cuando es atacada, cambia de color volviéndose negra, lanza un chorro de tinta, dibujando con ella una masa o silueta parecida a la del propio cuerpo, al mismo tiempo que palidece y escapa logrando transferir la atención del depredador, de su cuerpo a la nube de tinta.

68.— **Coloración Aposemática o de Aviso.** Los animales que poseen un sabor desagradable, tóxico o venenoso, suelen evolucionar haciéndose aparentes, con coloridos vistosos, persuasivos o disuasivos.

**¿Qué ventajas tiene este tipo de coloración para la presa y el depredador?**

En muchos casos no se puede afirmar que el pigmento elaborado por el organismo presente un determinado significado ecológico. Es difícil admitir que las coloraciones brillantes de ciertos pájaros les proporcione protección. En estos casos, o estos colores no atraen a los enemigos, o el animal logra vivir a pesar de ello por poseer otros atributos favorables.

69.— **Coloración Mimética.** Imaginemos que hay una especie de caracoles que tienen mal sabor y otras que no lo tienen. Los pájaros han aprendido a distinguirlos



y se comen únicamente a estos últimos, es decir, los que tienen buen sabor. Estos, para escapar de la presión de las aves, pueden evolucionar hacia la adquisición de un mal sabor.

**Estos caracoles tienen otra solución quizás más fácil, ¿puedes indicarla?**

Algunos dípteros se asemejan a abejas o a avispas.

Entre las mariposas se conocen ejemplos en que se copian unas a otras, sobre todo a los tipos particularmente repelentes.

Los himenópteros, con su largo aguijón, son imitados por coleópteros, himenópteros y ortópteros inofensivos.

**Resume en qué consiste la coloración mimética.**

**Para que este tipo de defensa tenga éxito, ¿qué población debe ser más abundante, la aposemática o la mimética?**

**Resume brevemente las diferencias existentes entre coloración críptica, aposemática y mimética.**

## **ADAPTACION AL TIPO DE ALIMENTACION**

70.- No sólo los animales presentan adaptaciones para su alimentación, sino también en las plantas podemos encontrar casos especializados en la búsqueda y obtención de fuentes complementarias de Nitrógeno.

La Drosera, planta carnívora, posee unas hojas redondeadas, rojizas con pelos provistos en sus extremos de gotitas de secreción pegajosa y dulce. Cuando un insecto se

posa en la hoja, los pelos se inclinan hacia él, quedando adherido a este atrapamoscas.

La Sarracenia tiene unas hojas en forma de jarro llenas de agua y cuando cae en ellas algún insecto, éste no puede salir debido a unos pelos dirigidos hacia abajo, que tapizan las paredes de la hoja. El insecto es digerido por unos tejidos especiales situados en el fondo.

Los líquenes presentan una de las más sofisticadas adaptaciones para conseguir los elementos nutritivos. **¿Puedes señalar en qué consiste?**

71.- Animales parásitos existen de dos formas, los internos que viven en el interior de los organismos, y los externos que se adhieren a la piel o pelo-plumas de sus víctimas. **¿Qué estructuras deben desarrollar para evitar que el hospedador se desprenda de ellos y así poder continuar alimentándose a sus expensas?**

Los parásitos hematófagos, como el chinche, sanguijuela, garrapata, poseen secreciones anticoagulantes, que les facilitan la obtención de su alimento. **¿Crees que ello representa una gran ventaja? Si es así, indica en qué consiste.**

72.- En la fig. 59, se representa a escala, el cráneo de dos pinzones. Indicar cuál de ellos parece alimentarse de semillas y cuál de insectos pequeños y por qué.

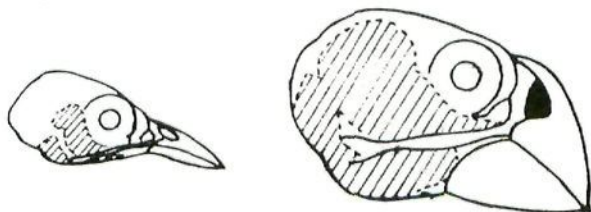
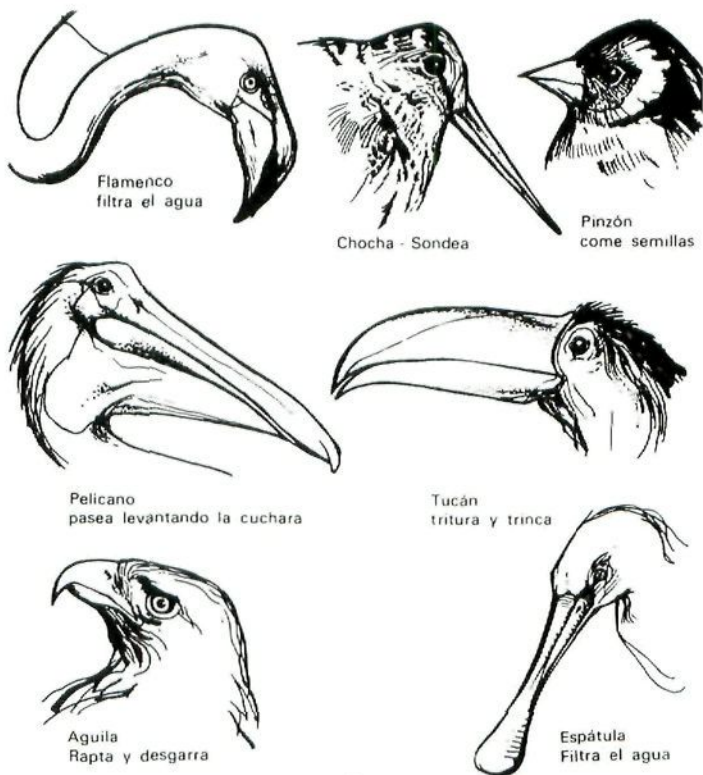


Fig. 59.- Cráneo de dos pinzones de las Galápagos.



**Señalar las diferencias existentes entre los dos cráneos en cuanto a tamaño, morfología del pico y desarrollo de los músculos masticadores (la zona rayada es el lugar de inserción de dichos músculos).**

73.-Comentar las adaptaciones que presentan los siguientes tipos de aves, en relación a su tipo de alimentación (fig. 60).



**Fig. 60.- Cabezas de aves con diferentes hábitos alimentarios.**

74.— Veamos dos ejemplos de animales de tamaño y forma de vida diferentes, uno sésil y el otro activo, que sin embargo, ambos se alimentan de organismos planctónicos.

Animales marinos sedentarios como el lirio de mar, poseen numerosos brazos con prolongaciones y segregan grandes cantidades de moco. **¿Puedes explicarte la eficacia de esta adaptación en cuanto a su alimentación?**

Las ballenas ingieren agua con plancton; con su lengua expulsan dicha agua que al atravesar entre las barbas, retienen el plancton que les sirve de alimento.

75.— Las aves tienen muy desarrollado el sentido de la vista, mientras que los mamíferos tienen el olfato.

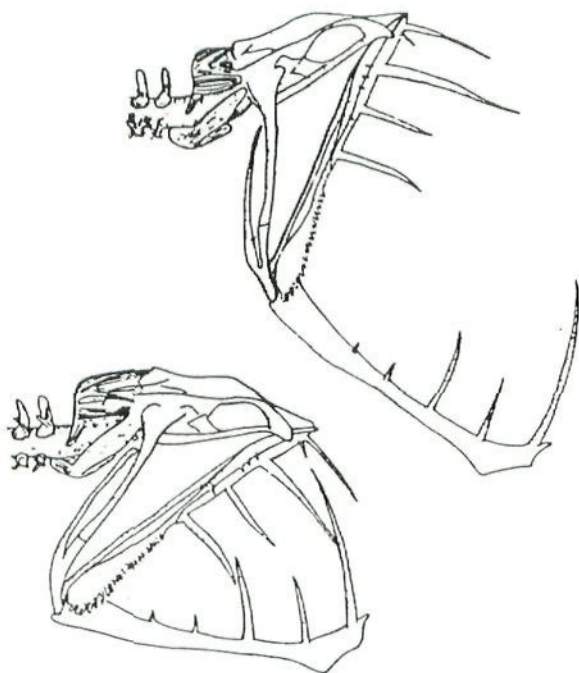
Otras adaptaciones encaminadas a la consecución del alimento en el reino animal son, los dientes largos y puntiagudos, aguijones o dientes venenosos, tentáculos prensiles, garras, construcción de trampas, mandíbulas dislocables, lenguas prensoras, etc. **Reseñar animales que posean alguna de dichas adaptaciones.**

76.— **Estudiar los diversos tipos de aparato bucal que poseen los insectos, el masticador, chupador, lamedor, picador, relacionándolos con su tipo de alimentación.**

**Observar las diferentes denticiones y mandíbulas que desarrollan los mamíferos en correspondencia con su nutrición.**

Los peces bentónicos poseen estómagos enormemente dilatables, capaces de ingerir presas de gran tamaño y en

consecuencia tienen cráneos y mandíbulas especiales. Observar la fig. 61, se trata del esqueleto del cráneo y mandíbula de un pez engullidor habitante de las profundidades marinas, donde la densidad de vida es muy baja. **¿Crees que su enorme mandíbula le será útil dado el medio en donde vive? ¿Por qué?**



**Fig. 61.- Esqueleto del cráneo y mandíbula del pez batipelágico *Chauliodus sloani*, con la boca cerrada y abierta. Es un típico engullidor de presas voluminosas. (Según Kl. Günther, *Moderne Biologia*, Festschrift f. Hans Nachtsheim, Berlín, 55-93).**

Cuando el aparato bucal no es apropiado al alimento que quieren obtener, algunos animales como las aves, adoptan un comportamiento muy especial, como es el caso de aquellas que rompen la concha de un molusco o la cáscara de un huevo, golpeándolo con una piedra, o bien el pinzón de las Galápagos, que extrae los insectos de las cortezas de los árboles, utilizando una espina de cactus (fig. 62).



Fig. 62.- Pinzón carpintero de las Galápagos.

**¿A qué rasgos anatómicos está sustituyendo este comportamiento?**

## ADAPTACION A LA REPRODUCCION

Las adaptaciones en cuanto a la reproducción de los animales giran en torno a cinco puntos:

- Búsqueda de pareja.
- Atracción - Dimorfismo sexual.
- Cuidado de la puesta - Nido.
- Número de huevos.
- Cuidado de la prole.

Pero también los vegetales presentan adaptaciones tendentes a la perpetuación de la especie; en primer lugar en cuanto a asegurar la polinización, y en segundo lugar para facilitar la dispersión de las semillas.

77.- Las luciérnagas emiten por la noche unas señales luminosas características que les permiten su identificación, atracción y encuentro.

Cuando existen dificultades para encontrarse, como ocurre en el fondo de los océanos, algunos peces solucionan el problema, viviendo juntos, aunque sea de una manera un tanto especial, como indica el dibujo de la figura 63.

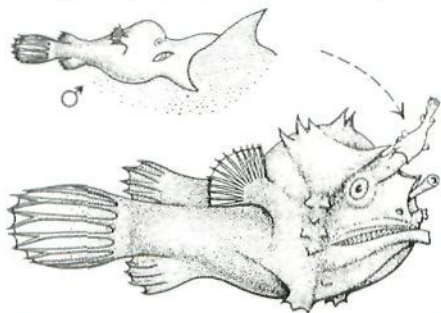
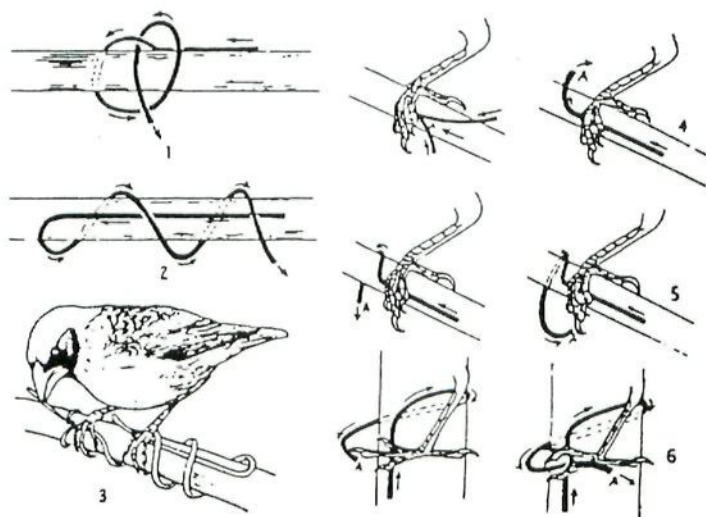


Fig. 63.- El pez batial *Photocorynus*, con un macho parásito unido permanentemente a la hembra. (De Norman).

78.- La existencia del dimorfismo sexual es muy común entre los animales, como insectos, aves o crustáceos.

Muchas veces, los órganos de seducción residen en los mecanismos de defensa por parte del macho, es el caso de las astas y cuernos en rumiantes.

Los machos de aves desarrollan frecuentemente coloraciones diferentes al de las hembras, que les sirve como atractivo sexual. **Citar ejemplos de estas diferentes coloraciones.**



**Fig. 64.-** Proceso de construcción del nido por parte de un tejedor (*Quelea*). Las flechas muestran las direcciones en que se empuja la brizna de hierba. A, señala los puntos sujetados por el pico; 4, 5 y 6 muestran fases sucesivas del tejido, en el cual trabajan coordinadamente las patas y el pico. (*De Stresemann, según Friedmann*).



79.- Los cuidados que se dispensan a la puesta de huevos son muchos. Las aves construyen nidos, algunos tan laboriosos como señala la fig. 64.

Las hembras de algunos coleópteros, protegen a los huevos de los peligros del medio ambiente, depositándolos en las grietas de la corteza de los árboles o debajo de las piedras, y para asegurarles alimentación fácil, además de protección, los ponen entre las hojas o en galerías que excavan entre los tejidos de la planta.

Hembras de escarabeidos, construyen bolitas de excrementos, ponen en ellas sus huevos y las entierran.

El pez gobio de la arena deposita sus huevos en algún punto protegidos por el macho, que con sus movimientos renueva constantemente el agua. El espinosillo (*Gasterosteus*) construye verdaderos nidos y los peces cíclicos llegan a incubar sus huevos en la boca. Los de caballitos de mar son transportados por el macho en una bolsa incubatriz ventral.

Muchos huevos de vertebrados tienen coloración críptica.

### **¿Qué ventajas representan estas adaptaciones?**

80.- Los animales endoparásitos poseen un grandísimo número de huevos.

Los equinodermos que poseen larvas nadadoras, ponen mayor número de huevos que las especies cuyas larvas son incubadas en bolsas branquiales.

Los peces que construyen y defienden nidos o tienen el instinto del territorio, producen menos huevos que las especies que los dejan a la deriva.

**¿Existe relación entre la producción de huevos y la posibilidad de supervivencia de los mismos? Explícalo en ambos casos.**

81.- Los escorpiones recién nacidos viven algún tiempo sobre el dorso de la madre y ésta comparte con ellos su alimento.

Los mamíferos alimentan a sus crías con la leche producida por las glándulas mamarias.

En las rapaces, el macho guarda el territorio y se cuida de las provisiones, mientras que la hembra cuida a los polluelos.

**Cita rasgos característicos de cuidados de los padres hacia los hijos.**

82.- Por regla general en las flores hermafroditas, los estambres producen el polen antes de que su estigma madure, por lo que dicho polen debe ser trasladado a otra flor con el estigma receptivo para lograr la fecundación.

Esto se puede realizar fundamentalmente por dos procedimientos, por el viento (flores **anemófilas**) o por los animales, especialmente los insectos (flores **entomófilas**). Aunque también pueden intervenir las aves o los murciélagos.

Las flores anemófilas se distinguen por sus características negativas: no tienen néctar, ni perfume, ni colores en el periantio. Sin embargo, presentan caracteres positivos especialmente en el polen, en los estambres y en los estigmas. Estos consisten en lo siguiente: Las anteras penden de largos filamentos que cuelgan de la flor. Los estigmas también están expuestos al aire y con frecuencia están ramificados, son plumosos o están provistos de proliferaciones en forma de cepillo para interceptar el polen, los cuales son pequeños, lisos y producidos en grandes cantidades, en

ocasiones llevan a modo de pequeños globos que les permiten flotar en el aire, como es el caso de los pinos.

**Citar otros ejemplos o traer a clase, plantas anemófilas, señalando concretamente la adaptación que presentan a la polinización por el viento.**

83.- Las flores *entomófilas* se caracterizan por sus colores y/o, su perfume, y los insectos van a estas flores para sacar de ellas alimento en forma de néctar o de polen. El néctar es una sustancia azucarada segregada por unas glándulas llamadas nectarios.

Los nectarios de muchas flores están dispuestos en relación con los estambres, de tal modo que cuando el insecto visita la flor para recoger el néctar, termina con el cuerpo lleno de polen.

Entre las borragináceas, existen especies que su corola en tubo está obstruida por un collarcito de pelos que peinan al insecto cuando pasa, recogiendo así el polen que esta transporta.

**Observar y comentar la fig. 65, en la que el insecto, al intentar llegar al nectario, empuja la base basculante del estambre.**

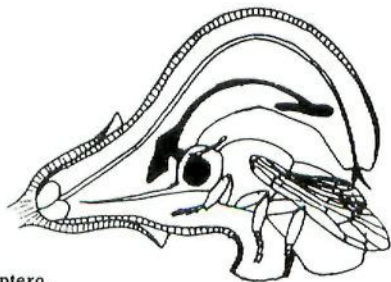


Fig. 65.- Flor de salvia e himenóptero.

84.- La flor de la orquídea-abeja semeja en forma y color a una abeja hembra. Los machos de las abejas llegan a la flor y tratan de copular con ella, y entonces se les adhieren pegajosas bolsas de polen. Cuando la abeja macho trata de copular con otra flor semejante, le transferirá el polen que lleva sobre el cuerpo.

Existe una relación obligada entre la Yuca y la mariposa nocturna *Pronuna*, hasta tal punto que las plantas que crecen fuera del área de esta mariposa, florecen pero no forman semilla. Cuando al atardecer se abren los capullos de esta flor, es visitada por la citada mariposa, que recoge el polen y fabrica con él una pelotita que la alberga en las piezas bucales especializadas que posee. Cuando necesita realizar la puesta, lo hace en el interior de un ovario royendo su pared, pero al salir por el estilo, deposita en el estigma el polen que albergaba, fecundándose de esta forma las flores. Los huevos eclosionan y las larvas se desarrollan junto con las semillas y cuando éstas maduran descienden al suelo y entran en fase de pupa, hasta que las yucas vuelvan a florecer.

En las higueras, el proceso es algo más complicado y necesitan de la cooperación de unas pequeñas avispas de la familia de los Calcídidos para formar semillas. La *Ficus carica* produce 3 generaciones de siconos, es decir, inflorescencias que se convierten en una urna hueca e invertida en cuyo interior están las flores y con un poro apical de comunicación con el exterior.

La primera generación de siconos duros y amargos aparece en Febrero y está formada de flores con estambres alrededor del poro y de flores-agalla, es decir, con ovarios rudimentarios y óvulos abortados, situados más abajo. La avispa entra en el sicono y deposita un solo huevo en cada óvulo de las flores-agallas. Dentro de la flor-agalla



sale la larva, se alimenta, madura y sufre la metamorfosis. Los machos salen de la flor royéndola y buscan a la hembra perforando el ovario en donde se encuentran, la fecundan y mueren. Todo ello dentro del sicono de la primera generación.

La hembra grávida, sale fuera del sicono por el poro y entonces se mancha del polen de los estambres. Estas hembras son muy sedentarias, poco voladoras, y buscan un nuevo sicono que ya por Mayo están madurando en la segunda generación. Estos están formados de flores femeninas con largos estilos y las hembras intentan depositar los huevos en dichas flores, pero en vano, pues la longitud de los estilos se lo impide, sin embargo, están extendiendo el polen sobre los estigmas. Los siconos maduros son carnosos y comestibles.

Mientras tanto, se desarrolla la tercera generación de siconos que sólo tienen flores-agalla, cuyos estilos son más cortos y las hembras pueden, sin dificultad, depositar sus huevos en ellas, y de allí saldrán las larvas en la próxima primavera para repetir este ciclo.

**Después de estudiar estos ejemplos, ¿qué puedes decir sobre la coadaptación de insectos y flores?**

85.- La dispersión de las plantas tienen una importancia básica para la conquista de nuevos medios y su distribución en el mundo. Existe una gran cantidad de adaptaciones que facilitan la emigración de las plantas hacia nuevas áreas, dependiendo de quien sea el agente transportador.

Puede ser *el viento*. Para facilitar su acción hay un gran número de mecanismos; una posibilidad es que el fruto se desprenda y arrastrado por el viento va dando vueltas por el campo, esparciendo las semillas.

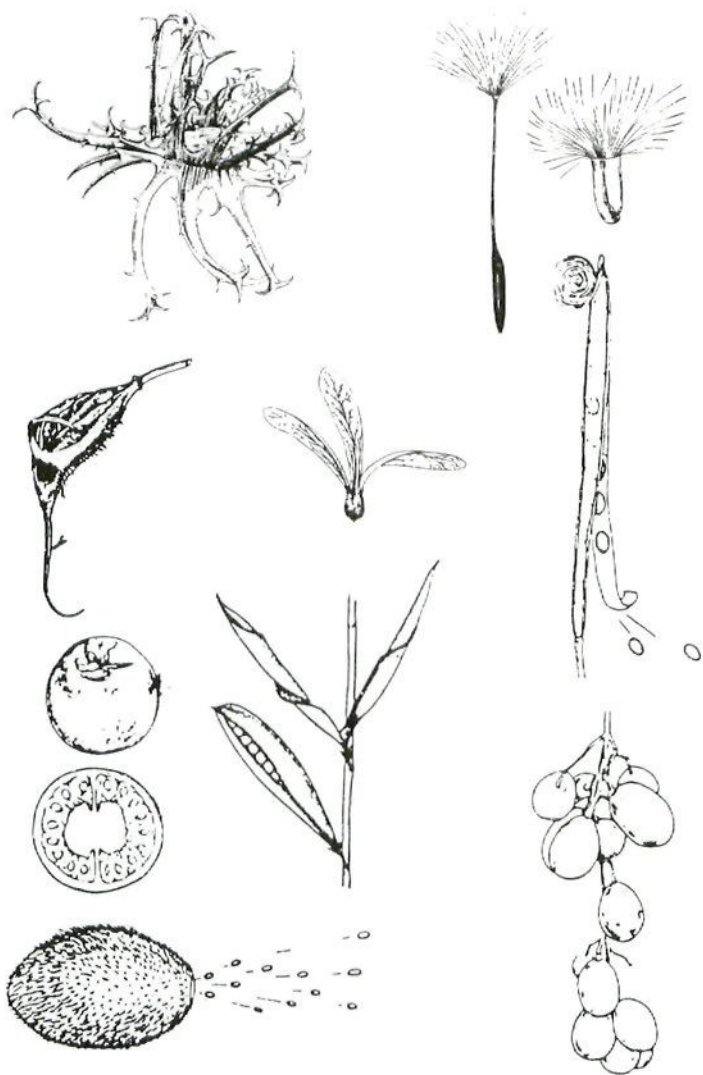


Fig. 66.- Adaptaciones para la dispersión.



*El agua* como agente dispersante. Las corrientes de ríos y marinas dispersan las plantas a lo largo de grandes distancias. Para ello se necesita que la semilla o fruto sea capaz de flotar durante un largo período de tiempo sin quedar anegado por el agua y sin germinar demasiado pronto. Como ejemplo, los cocos o la crucífera *Cakile*.

Dispersión por *animales*. Puede ser por ingestión de frutos y semillas por aves y mamíferos; por fijación al pelaje o a las plumas; o incluso por hormigas.

Dispersión *mecánica*, sin ayuda de ningún agente exterior.

**Ante los dibujos de la fig. 66, indica cuál es a tu juicio el agente dispersante y cuáles son las adaptaciones para que su acción sea efectiva.**

86.- “Síndrome de la Domesticación” en los cereales.

Cereales como el trigo, el arroz, el maíz, el panizo o el sorgo, provienen de plantas silvestres que fueron “domesticadas” a finales de la Prehistoria. El trigo en Mesopotamia hace 10.000 años, el maíz en Méjico hace 7.000 años, el arroz y el panizo en China hace 10.000 y 7.000 años respectivamente, el mijo y el sorgo en Africa entre los 3.000 y 4.000 años atrás.

Adaptaciones de los cereales a la vida silvestre:

– Espigas pequeñas y muy numerosas que alcanzan la madurez de forma escalonada.

– Dispersión eficaz de los granos a lo largo de un gran período de tiempo por poseer:

- Granos unidos a la espiga por pedúnculos cortos y frágiles.
- Granos con muchas y largas sedas.
- Gruesas envolturas de difícil degradación, por lo que la germinación es heterogénea.
- Mecanismos de inhibición de la germinación.

Adaptaciones de los cereales a la Agricultura:

- Espigas grandes pero en número reducido que alcanzan la madurez al mismo tiempo.
- Dispersión poco eficaz de los granos por poseer:
  - Granos unidos a la espiga por fuertes pedúnculos.
  - Los granos tienen pocas sedas.
  - Pocas envolturas de los granos.
  - Sin mecanismos de inhibición.

**Comenta y esquematiza las observaciones que se te ofrecen sobre el “síndrome de la domesticación de los cereales a la Agricultura”.**

**Actividades.**- Lectura recomendada: “Mimado como el benjamín de la casa”. Apéndice, pág. 227.

Mirar al microscopio polen de pino.



## **SINTESIS**

### **ADAPTACIONES A AMBIENTES CONCRETOS: CONVERGENCIAS. DIVERGENCIAS**

Hemos estudiado las adaptaciones que presentan los organismos a los diversos factores que configuran el medio ambiente. Vamos ahora a observar las adaptaciones que presentan los seres vivos que habitan un determinado medio, intentando relacionar sus rasgos característicos morfológicos, fisiológicos y de comportamiento con los factores que componen y determinan el Ecosistema elegido.

**87.- Señalar los caracteres más importantes de los factores físico-químico que configuran el medio acuático.**

**- ¿Cuáles son las adaptaciones que presentan los seres vivos que habitan en dicho medio?**

**- Teniendo en cuenta no sólo los factores físico-químicos, sino también los biológicos, ¿qué caracteres especiales deben poseer los animales abisales y porqué?**

**- ¿Qué adaptaciones particulares concurren en los organismos planctónicos, en los benciónicos y en los nectónicos?**

**88.- ¿Qué rasgos adaptativos presentan los organismos que habitan en el desierto para evitar los rigores del clima? ¿Por qué no emigran de ese lugar y habitan otros más agradables?**

- **¿Qué adaptaciones podemos señalar en los animales hipogeos, en los arborícolas y en los voladores?**

- **Diseña unos caracteres de los seres vivos, animales y plantas, que los capaciten para vivir en lugares muy fríos.**

- **Designado un determinado Ecosistema, un lago, un bosque, un campo de cultivo, el patio del Centro, la ciudad, etc., señalar los factores físico-químicos que le son característicos y las adaptaciones que deben presentar los posibles habitantes de ese lugar.**

89.- En los desiertos del Nuevo Mundo, son abundantes los cactus, pero están ausentes en las zonas áridas del Viejo Mundo, sin embargo, en los desiertos africanos, las euforbias han desarrollado una forma de vida espinosa y succulenta semejante a las cactáceas.

En la fig. 67, se representa un pez, un anfibio, un reptil, un marsupial, un mamífero roedor y un prosimio, es decir, animales muy diferentes, pero **¿puedes, a la vista de las imágenes, señalar lo que poseen en común?**

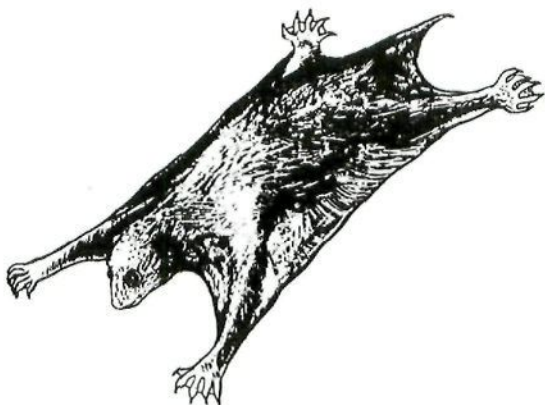
**Intentar comprender el significado del término CONVERGENCIA.**

Un ave, un murciélago y un insecto vuelan porque tienen alas, **¿en qué consisten cada una de ellas?**

Las aletas de los peces y las del delfín o de una ballena son parecidas pero no tienen nada que ver. **¿Dónde reside la diferencia?**

Las patas traseras del saltamontes y las de la liebre, son mucho más largas que las delanteras y ambas están adaptadas al salto.

Citar otros ejemplos e intentar comprender el sentido del término “órganos Análogos”.



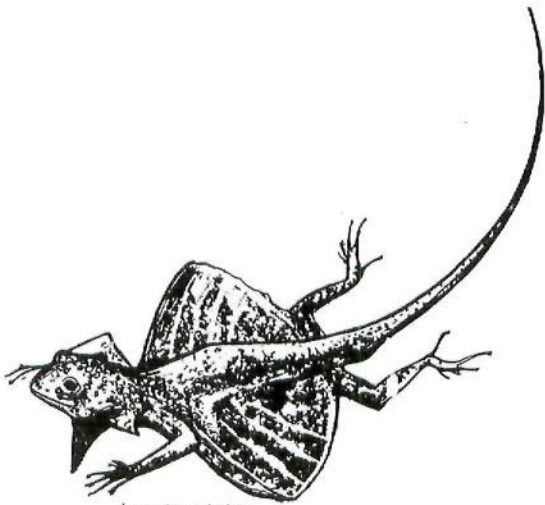
Maki volador  
de Asia



Ardilla voladora  
de Norteamérica

Fig. 67.-





Lagarto volador  
de Asia



Marsupial volador  
de Australia

Fig. 67.-

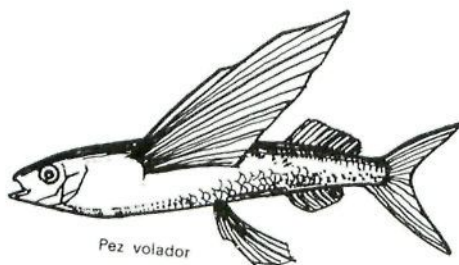
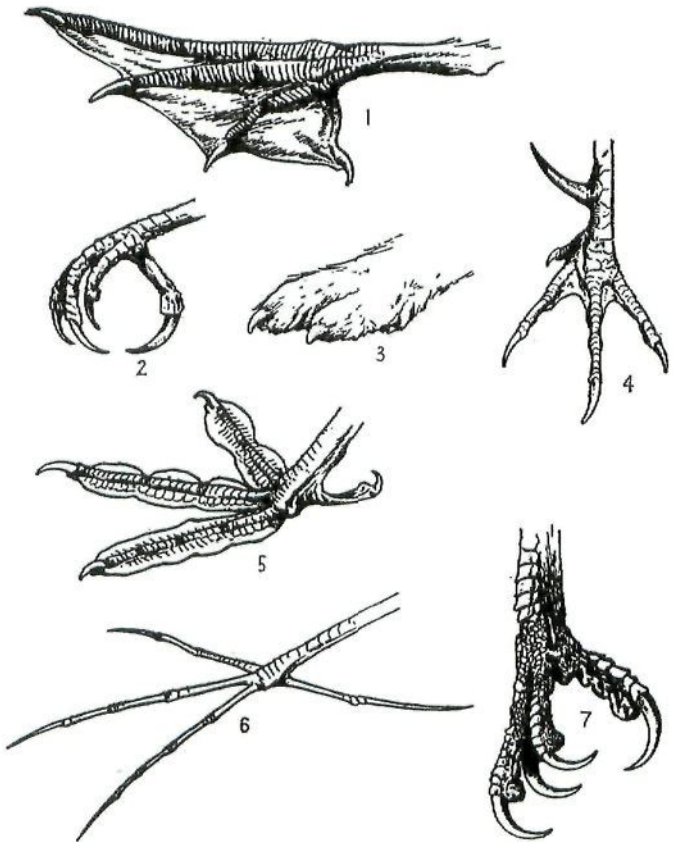
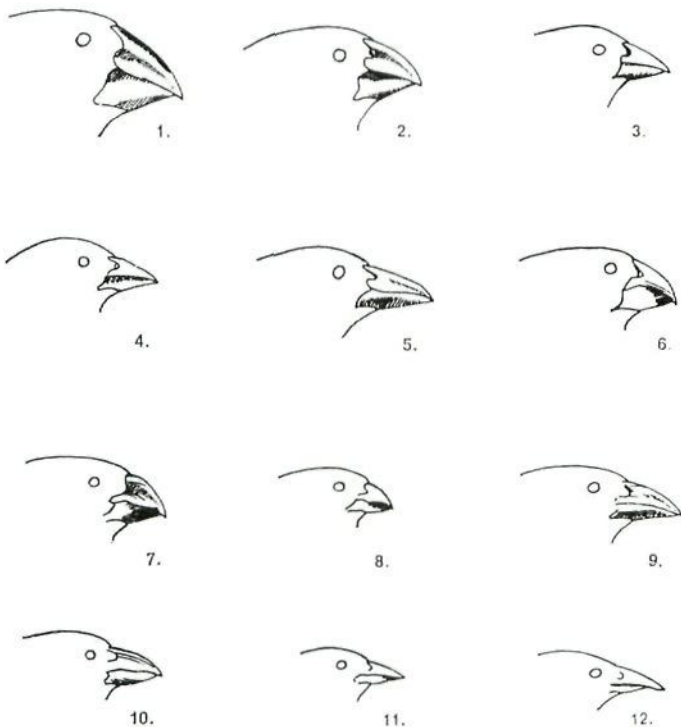


Fig. 67.-



**Fig. 68.- Tipos diversos de patas en las aves.** 1. Cormorán (natación); 2. Cuerva (sujeción y levantamiento); 3. Lagápedo (revestida de plumas); 4. Gallo salvaje (locomoción, adecuada para raspar); 5. Focha (natación, lobulada); 6. Jacana (adecuada para caminar sobre plantas flotantes); 7. Aguila pescadora (rapaz), (*De Thompson. Biology of Birds. Sidgwick & Jackson, Ltd.*)



**Fig. 69.- Picos de los pinzones de Darwin.** 1. *Geospiza magnirostris*; 2. *Geospiza fortis*; 3. *Geospiza fulliginosa*; 4. *Geospiza difficilis debilirostris*; 5. *Geospiza scandens*; 6. *Camarhynchus crassirostris*; 7. *Camarhynchus psittacula*; 8. *Camarhynchus parvulus*; 9. *Camarhynchus pallidus*; 10. *Camarhynchus hellobetes*; 11. *Carthides olivaces*; 12. *Pinaroloxias inornata*. (Según Swarth, de Lack).

90.- **Observa la muestra de la variedad de patas que presentan las aves al adaptarse a hábitats especiales en la fig. 68. Comenta otros ejemplos que conozcas relacionando las características de las patas, al medio de vida, por ejemplo: la gallina, el periquito, el pájaro carpintero, etc.**

91.- **Comprueba en la fig. 69, la diversificación de picos que presentan los pinzones de Darwin, al adaptarse a diferentes tipos de alimentación.**

Conviene recordar que todos ellos son habitantes de las Galápagos, y que provienen de la misma población de pinzones que llegó a dichas islas.

**Señala las diferencias de aquellos que se alimentan con prioridad de frutas y semillas, de los que lo hacen de insectos.**

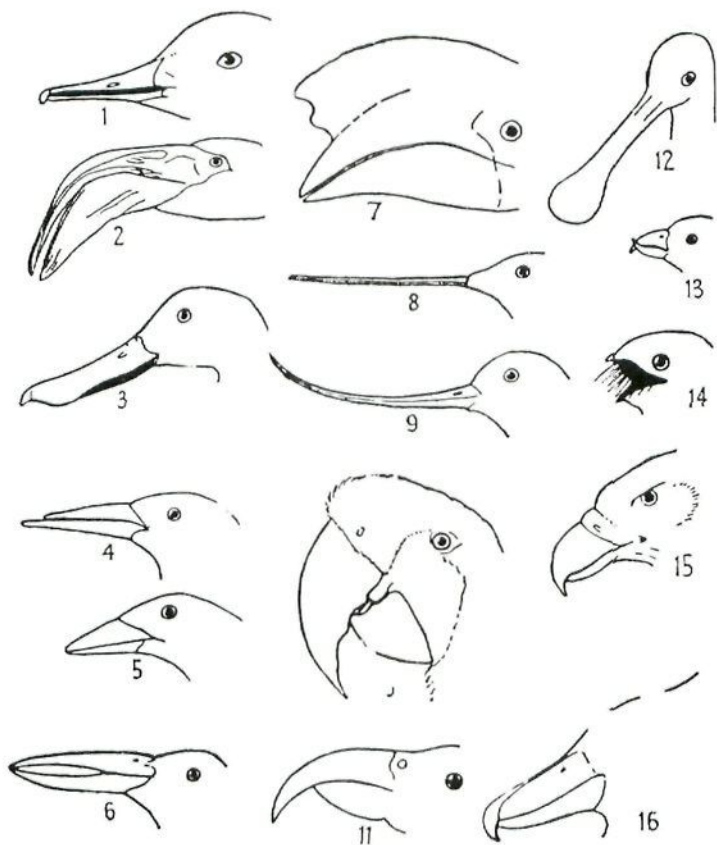
92.- **Observa las siluetas de los distintos tipos de picos del grupo de aves que se ofrece en la fig. 70, y relaciona la forma que poseen con el tipo de alimentación que llevan y, si es posible, con las patas que estas aves tienen.**

**Intentar comprender el significado del término DIVERGENCIA y el de "órgano homólogo", citando los ejemplos necesarios para ello.**

93.- **Señalar la importancia que la Convergencia y Divergencia adaptativa tienen en la Evolución.**

Problemas importantes son, la causa por la que aparecen los caracteres adaptativos, y la manera en que éstos

persisten, pero éstos son temas más propios a desarrollar en el estudio de la Evolución, pues hay que introducir conceptos nuevos como son: la recombinación génica, la Selección natural...



**Fig. 70.-** Diversos tipos de pico en las aves. 1. Serrata; 2. Flamenco; 3. Pato rabudo; 4. Picotijera (adultos); 5. Picotijera (cría); 6. *Arastomus*; 7. Calao; 8. Colibri; 9. Avoceta; 10. Guacamayo; 11. Aguila; 12. *Balaeniceps*. (De *Pycraft. A History of Birds. Methuen & Co., Ltd.*)





**OCUPACION DE UN  
AREA.-  
BIOGEOGRAFIA**



## **OCUPACION DE UN AREA.— BIOGEOGRAFIA**

94.— Teniendo presente todo lo anteriormente estudiado sobre adaptaciones a los factores físicos que determinan el medio ambiente. **¿Por qué un organismo habita una determinada zona y no se le encuentra en otra?**

**¿Qué podemos entender por Barrera Climática?**

95.— Las condiciones ambientales del Polo Norte y Polo Sur, son prácticamente iguales, pero los osos blancos habitan en el primero y no en el segundo.

Los continentes de Africa y América del Sur, poseen muchas zonas climáticas coincidentes, sin embargo no poseen el mismo tipo de flora y fauna.

Muchos seres vivos presentes en la costa del continente, están ausentes en las islas cercanas.

**¿Qué entendemos por Barrera Geográfica y de qué manera influye ésta en la disposición o aislamiento de los organismos?**

96.— En el Terciario existían marsupiales en Europa, pero fueron desalojados por los placentarios y en la actualidad se encuentran prácticamente confinados en Australia.

El gorrión (*Passer domésticus*) está desplazando en muchos lugares el azulejo norteamericano (*Sialia sialia*), pues este último es emigrante, y cuando llega a su tierra natal en primavera, los lugares disponibles para anidar, han sido ocupados en su mayoría por el gorrión, que es más resistente al frío y no es migratorio.

Estos son dos ejemplos de competencia. **¿Qué papel desarrolla ésta en la Biogeografía, y a qué podemos llamar Barreras Biológicas, en la expansión de una especie?**

97.- La rata campestre es un animal que prácticamente se encuentra distribuida por todo el mundo, mientras que el oso pardo sólo se le encuentra ubicado en determinados lugares, y cada vez en menor número. La primera decimos que es cosmopolita, el segundo que es endémico.



Rata campestre



Oso pardo

Fig. 71.- Areas de distribución

A la vista de la fig. 71, ¿podrías definir a qué llamamos **área de distribución o dispersión de un organismo?**

¿En qué se diferencian los cosmopolitas de los autóctonos o endémicos?

98.- **Explicar la distribución actual del Oso pardo de la fig. 71, teniendo en cuenta para ello las glaciaciones.**

La salamandra de cuatro dedos, vive debajo de los desechos del suelo de los bosques, pero pone sus huevos en el musgo existente en los alrededores de las lagunas pantanosas. Observando su distribución en el mapa de la fig. 72, ¿podemos señalar hasta dónde se extendía la zona de los grandes lagos americanos?



Fig. 72.- **Área de distribución de la salamandra de cuatro dedos en América del Norte.**



Vemos con este ejemplo, que existen casos, en los que el área de dispersión de algunos seres vivos nos puede ayudar en la reconstrucción de la historia geológica de una región.

**99.- Teniendo presente las ideas sobre la historia geológica de la Tierra, intenta decir cuáles son las causas de la distribución de los seres vivos que a continuación se comentan:**

Los fósiles del helecho *Glossopteria*, del final de la Era Primaria, se encuentran prácticamente por todo el mundo.

Las faunas de China y del Este de Norteamérica, presentan mayores similitudes que las de América del Norte y América del Sur.

Los marsupiales actuales, los encontramos en zonas tan distantes como son Australia y América del Sur.

**¿Podemos estudiar Biogeografía sin tener en cuenta los cambios habidos en la superficie del planeta?  
¿Por qué?**

100.- Con la idea de delimitar áreas biogeográficas, los zoogeógrafos dividen el planeta en regiones, atendiendo a la distribución de los vertebrados superiores. De igual manera han hecho los botánicos, observando la dispersión de las plantas más sobresalientes, especialmente las que producen semillas.

Estas divisiones, aunque aproximadas y algo arcaicas, nos sirven para observar las grandes diferencias existentes en la flora y la fauna entre diversos puntos de la Tierra.

Aunque los reinos florísticos y faunísticos no coinciden del todo, (las semillas y frutos pueden ser transportados por el viento y agua, a través de barreras que impiden el

paso a algunos animales), en el mapa adjunto se han señalado, aproximadamente, las cinco regiones biogeográficas en que podemos dividir la Tierra, que son: la Holártica (Palearctica y Neártica), Oriental, Etiópica, Neotropical y Australiana. **Indicar algunos organismos que consideres representativos de dichas zonas.**

**Define el término de Biogeografía, teniendo presentes los ejemplos vistos en los apartados anteriores.**

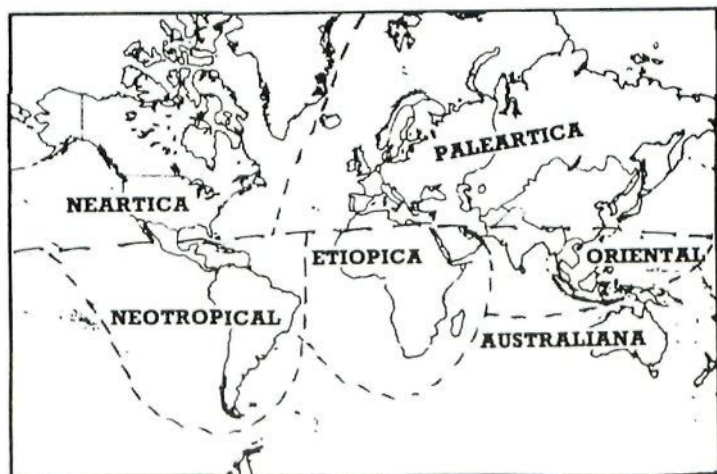


Fig. 73.- Regiones biogeográficas.



# **APENDICE**



## **APENDICE**

### **UNA GOLONDRINA NO HACE VERANO**

*Drosdcher, Vitus B.*

*"Perro que ladra también muerde".*

*Ed. Planeta, págs. 147-150.*

“¡Peligro! ¡Un ave de presa nos ataca!”. Agudo resonó este grito en el piar vibrante de una bandada de varios centenares de golondrinas dedicadas a la caza de insectos entre un rebaño de antílopes que pastaban en la sabana a orillas del río Congo, en el Africa central. De inmediato, las golondrinas se refugiaron entre los arbustos espinosos y resonaron, al caer sobre ellos, como una tormenta de grani-zo. El gavilán que se precipitó sobre ellas llegó una fracción de segundo demasiado tarde, y volvió a perderse en el cielo con las garras vacías.

Esta es la ventaja de las grandes bandadas. Cien ojos ven más que dos. Un solo pájaro que divise a un enemigo peligroso puede avisar a cientos de ellos con el tiempo suficiente para que escapen. Una bandada pequeña está en mayor peligro, pese a lo cual, las golondrinas europeas que

pasan el invierno en el Congo, sólo regresan en grupos de diez a veinte pájaros.

Cuando a mediados de Marzo en el Sur de Europa, o a mediados de Abril en la Europa central nórdica, aparecen las primeras golondrinas, el verano queda todavía muy lejos y se confirma así el refrán que sirve de título a esta historia: "Una golondrina no hace verano". Por el contrario, estas golondrinas que llegan anticipadamente son emisarios falsos y equivocados, pues con mucha frecuencia no sólo no traen consigo el verano sino que estando ya entre nosotros regresa el invierno, de repente, en el norte en muchas ocasiones, con grandes olas de frío e incluso nevadas.

Si contrariamente a la mayor parte de las demás aves que pueden llegar a morir después de sólo dos días de falta de alimento, las golondrinas no tuvieran la capacidad de soportar incluso hasta tres semanas de hambre en un refugio y sobrevivir, estos emisarios del verano tan poco dignos de confianza, habrían desaparecido por completo.

Tras la llegada de la primera golondrina a una localidad, apenas pasa un día sin que lleguen nuevas compañeras. Pero su llegada es tan espaciada que muchas veces transcurre mes y medio antes de que todas hayan regresado. Esto es a mediados de Mayo o principios de Junio, según su latitud. Podría decirse, pues, que no es la primera golondrina la que trae el verano, sino la última.

La inseguridad en el mantenimiento de su plan de vuelo beneficia la seguridad de la propia existencia. La razón de que su llegada se produzca a oleadas pequeñas y distintas está en que estos pájaros sólo pueden superar, como especie, los numerosos peligros, con que se encuentran en su vuelo migratorio de 6.000 kilómetros, volando en pequeños grupos.



Acompañemos a las golondrinas en su aventurado viaje.

Una golondrina madre, "Sylvia", que solía anidar bajo el alero de nuestro tejado, pasó el invierno en el curso inferior del río Congo. Durante la noche dormía con miles de compañeras entre la alta hierba de elefante. A finales de Enero, los primeros grupos, formados por diez, veinte o máximo treinta golondrinas, emprendieron el vuelo de regreso a casa. Al principio, la pequeña bandada en la que iba "Sylvia" voló en dirección norte, sobre las selvas vírgenes de Gabón y Camerún, después sobre las sabanas y las estepas de la zona de Sahel, hasta alcanzar el lago Chad.

Una vez allí, se detuvieron a descansar, se alimentaron bien y bebieron agua en abundancia. Su memoria viajera le recordaba a "Sylvia" que ya había hecho aquella ruta tres veces en cada dirección, que le esperaba un largo trayecto de 2.500 km. para atravesar de sur a norte el desierto del Sahara.

No se debe a la casualidad que las golondrinas elijan la ruta de las caravanas, sino a que en estas rutas hay un oasis aproximadamente cada 100 kms., en cuyas palmeras dátileras pueden dormir: Kufey, Gurti, Kalankals, Agaden, Dibella... Nombres que conocen tanto los camelleros de las caravanas como las golondrinas en su ruta hacia Europa. Poco después de dejar atrás estos oasis comienza el Gran Erg, una región de dunas arenosas casi tan grande como España.

El sol abrasa despiadadamente, pero "Sylvia" sabe cómo conseguir refrigerar su cuerpo. En vez de seguir volando como lo habían hecho hasta entonces a una altura de entre veinte y treinta metros, las golondrinas ascienden hasta

los mil o dos mil metros donde la temperatura resulta soportable.

Varios días después alcanzan la llanura de Djado, un paisaje desértico y pedregoso que causa la impresión de estar formado por los restos de una gran montaña destruida por manos de gigante. Y allí vuelve a comprobarse la ventaja de volar a grandes alturas: las aves pueden descubrir, desde lejos y con tiempo suficiente para eludirla, la llegada de una tormenta de polvo o arena. Cuando ocurre así, las golondrinas se dejan caer en picado sobre los peñascos de aquel paisaje lunar en busca de agujeros que les sirva de protección. Si estas pequeñas bandadas de golondrinas fueran sorprendidas por una tormenta de arena sin tiempo suficiente para esconderse, todos sus miembros morirían sin remedio.

Este es el secreto: si la tormenta de arena sorprende a una de las bandadas pequeñas, después de ellas vienen otras diez, lo mismo que pasaron antes otras tantas. Si las golondrinas emprendieran el viaje juntas, en grandes bandadas, el peligro de aniquilación sería mucho mayor, pues más pronto o más tarde acabarían por ser víctimas de una tormenta de arena. Si ocurriera así, de un solo golpe quedaría aniquilada toda la población de golondrinas de Europa.

La bandada de la que "Sylvia" formaba parte alcanzó las costas del Mediterráneo en las cercanías de la ciudad libia de Trípoli. A partir de allí muchos de los grupos de las aves continuaron volando durante 140 km más sobre el mar hasta llegar a Sicilia, donde fueron recibidos por innumerables cazadores, armados de escopetas, persecución que no cesó mientras estuvieron volando sobre Italia y hasta que lograron pasar al otro lado de los Alpes.

La bandada de "Sylvia", sin embargo, eligió otra ruta y pasó sobre las islas de Cerdeña y Córcega para llegar al sur de Francia y, evitando pasar sobre los Alpes, volar hasta Alemania.

La etapa más peligrosa fue la costa sur de Cerdeña. Allí esperaba un buen número de halcones, formando una auténtica línea de ataque. Con el desprecio de sus vidas, las golondrinas atravesaron sus líneas, aunque a alguna de ellas la osadía le significó la muerte.

De alrededor de unas cien golondrinas que en otoño abandonaron nuestra región, sólo regresaron sesenta en la primavera siguiente. Si hubieran vuelto todas juntas, formando una grande y única bandada, es posible que no hubiera vuelto ni una sola de ellas.

Ellas lo saben y por eso vuelan en pequeños grupos. Esta es la razón al mismo tiempo, por la cual una golondrina no hace verano.



## **ADAPTACION O MUERTE**

*Biología Nuffield Texto IV.*

*"Los seres vivos en acción".*

*Ed. Omega. págs. 92-94.*

Los organismos se encuentran con dos peligros en relación con sus disponibilidades de agua: sobreabsorción por una parte y desecación por otra. Ya hemos visto como existen barreras a la pérdida de agua que ayudan a defenderse de la desecación. Estas presentan generalmente una gran adaptabilidad, como tuvo ocasión de observar el autor personalmente cuando hace muchos años tuvo la oportunidad de pasar varios meses en las regiones desiertas del Africa mediterránea.

Era verano y las temperaturas diurnas eran altas y poco confortables. El único signo de vegetación era unos matorrales claros y secos, con muchas espinas, que no tenían hojas. A veces, cuando la expedición se detenía, los conductores dejaban sus vehículos y merodeaban por el desierto yendo especialmente a los agujeros del suelo y ocupándose aparentemente en recoger pequeñas piedras redondas y blancas de unos dos o tres centímetros de diámetro. Las recogían en una vasija vieja de lata y las llevaban a sus camiones, donde las cubrían con medio o un litro de agua



hirviendo de los radiadores (muy oxidada, por cierto). Después de permanecer en agua unos diez minutos, se quitaban las piedras, se devolvía el agua al radiador y empezaba un extraño festín. Cada “piedra” era partida con fuerza en una roca, cuando se rompían aparecía una masa blanda de carne de color gris que comían con gran gusto. Las “piedras” eran un tipo especial de caracol del desierto. Parecía increíble que una criatura tan succulenta pudiera tolerar el calor infernal de este lugar tan inhóspito. Pero un examen más profundo revelaba que se las arreglan desarrollando una barrera contra su árido ambiente.

La boca de cada caparazón estaba cerrada con una capa gruesa de material blanco y calizo, seguramente conteniendo carbonato de cal como el resto de la concha. Sin embargo, sería falso decir que el animal estaba herméticamente cerrado en su caparazón, puesto que estaba vivo y evidentemente respiraba, pero la placa constituía con claridad un eficaz control para la evaporación. En estas regiones de Africa llueve generalmente un poco en Enero y Febrero y durante las pocas semanas de humedad millares de semillas durmientes de muchos tipos de plantas germinan y cubren el suelo pedregoso de vegetación. Las malezas florecen y los caracoles roen sus placas aislantes y emprenden las tareas de comer y reproducirse hasta que el suministro de agua, y por lo tanto de alimentos vegetales, desaparece. Las plantas producen semillas y se marchitan. Los caracoles reconstruyen sus barreras contra el agua y entran de nuevo en el largo período de estivación (del latín: aestivare, pasar el verano) opuesto al de nuestra hibernación, más conocida (del latín: hibernare, pasar el invierno). El caracol muestra adaptabilidad reaccionando frente a un ambiente que cambia, de tal modo que asegura su supervivencia.

De forma menos espectacular los caparazones y las membranas que cubren los huevos de los pájaros y los reptiles tienen el mismo fin de conservar el agua. La clara del huevo, mezcla de albumen (una proteína) y agua, contiene el agua necesaria para formar los fluidos del cuerpo del polluelo y, por lo tanto, debe conservarse. El huevo está al aire libre, que generalmente es caliente y seco y por tanto capaz de absorber vapor de agua, aunque el huevo logra retener su agua a pesar de que debe intercambiar oxígeno y anhídrido carbónico con el aire. La clara del huevo juega un papel importante. Las mezclas de proteína y agua forman soluciones denominadas geles que no pierden agua fácilmente por evaporación. El agua está apresada por el gel. Seguramente podrías planificar un experimento sencillo para ver con qué eficacia es retenida el agua en una placa de gel.

Algunos organismos terrestres no pueden producir barreras contra el agua y deben vivir siempre bajo condiciones en que la evaporación es baja. Una rana es un animal de este tipo. Siempre que se aleja del aire húmedo asociado con un prado o una charca, se encuentra rápidamente con dificultades. Los fluidos de su cuerpo disminuyen de volumen y mueren. La rana está supeditada a un hábitat muy especializado y restringido debido a la ineficacia de su piel como barrera contra el agua.

Los problemas de los peces, como el salmón, son también fascinantes. Muchos de vosotros sabéis ya que la mayor parte de su vida es un misterio. Durante los meses de primavera y verano los salmones maduros entran en los ríos procedentes del mar. Dejan de comer y se dirigen río arriba a los remansos poco profundos, donde desovan. Extenuados y enflaquecidos, se dirigen de nuevo hacia el mar. Sólo una pequeña proporción de ellos sobreviven, probablemente, para poder volver al año siguiente. Los salmones jóvenes conocidos como alevines, salen del huevo en los



lugares más altos del río, cuando tienen un año o más de edad emigran hacia el mar. Pero, tanto para los salmones que llegan como para los que salen, los cambios osmóticos en la desembocadura del río son grandes. En el mar, el agua tiende a ser eliminada del pez; el ambiente de agua dulce tiende a añadirle agua. Los órganos clave, como recuerdas, son las branquias y los riñones.

En ambos casos, para el salmón maduro y para el no adulto, los últimos trabajos han demostrado que se verifican cambios estructurales en los riñones durante la transición del agua dulce a la salada y viceversa. La travesía de un estuario es a menudo muy lenta, dura varias semanas mientras el pez se aclimata. Pero esto presenta otro enigma biológico. Los cambios en los riñones, ¿son producidos por la emigración, son la causa de la emigración o son ambos, la emigración y el cambio en los riñones, el resultado de un factor o factores desconocidos? Los modernos investigadores se inclinan por el segundo punto de vista: el de que un salmón joven desarrolla un riñón “tendiendo al mar” y de este modo (por citar una fuente muy experta) va al mar “que se encuentra más comfortable”.

Pero todo esto, a su vez, sólo sirve para plantear el otro problema de qué es lo que produce los cambios en el riñón. Aquí el científico debe observar los cambios en el mundo interno del pez, la aparición de mensajeros químicos y hormonas de la corriente sanguínea que acompañan a menudo a los cambios estructurales y pueden originarlos. Aún se presentan más problemas. ¿Tiene el animal algún tipo de reloj biológico dentro de él que produce estos sucesos por orden en el momento oportuno o bien se desencadenan debido a los cambios del mundo exterior?

Aunque en principio aquí estamos interesados en el salmón y en el problema de la ósmosis, toda la historia interesante de las emigraciones de los salmones te resultaría un estudio de gran valor. ¿Qué pruebas existen de la creencia, mucho tiempo sostenida, de que el salmón vuelve siempre al río donde nació al principio? ¿Hasta dónde llega la expedición del salmón cuando está en el mar? Si el salmón vuelve a sus ríos de origen, ¿cómo los reconoce? Nuestro actual estado de conocimientos sobre esta materia se describe muy bien en el libro del doctor J.W. Jones. "El Salmón" (New Naturalist Series, Collins). Serías muy afortunado si tu escuela poseyera una biblioteca con un ejemplar de éstos. Si no es así, puede que lo encuentres en una biblioteca pública.



## **ANIMALES INVENTORES**

*Durrell, Gerald*

*"Encuentros con animales".*

*Alianza editorial, págs. 82-91.*

Una vez volvía yo de Africa en un barco a cuyo capitán irlandés no le gustaban los animales. Era una pena, porque mi equipaje consistía básicamente en unas doscientas jaulas de animales diversos que habían colocado en la sentina de proa. El capitán (más por mala uva que por otra cosa, creo) nunca desperdiciaba una oportunidad de tratar de provocarme y discutir con frases despectivas acerca de los animales en general y de los míos en particular. Afortunadamente, yo logré evitar la pelea. Para empezar, nunca se debe discutir con el capitán de un barco, y el discutir con un capitán que encima era irlandés ya era verdaderamente tener ganas de jaleos. Pero cuando el viaje tocaba a su fin pensé que al capitán le hacía falta una lección, y estaba decidido a dársela, si era posible.

Un atardecer, cuando nos estábamos acercando al Canal de la Mancha el viento y la lluvia nos había hecho a todos los pasajeros meternos en la sala de fumar, donde estábamos sentados oyendo la radio, en la que alguien daba

una charla sobre el radar, que en aquellos días era algo lo bastante nuevo para resultar interesante al público en general. El capitán escuchaba la charla con un brillo en el rabillo del ojo, y cuando terminó se volvió hacia mí:

– Bueno, y sus animales, ¿qué? –preguntó–. No creo que sepan hacer nada así, aunque según usted son tan listos.

Con esa simple pregunta, el capitán me había hecho perfectamente el juego y me dispuse a hacer que las pagara.

– ¿Qué se apuesta –le pregunté– a que puedo describirle dos grandes invenciones científicas y demostrarle que sus principios ya se estaban utilizando en el mundo animal mucho antes de que el hombre ni siquiera pensara en ellos?

– Que sean cuatro invenciones en lugar de dos, y le apuesto una botella de whisky –dijo el capitán, evidentemente convencido de que ganaba.

Acepté.

– Bueno –dijo el capitán muy contento–, adelante.

– Tendrá que dejarme que lo piense un minuto –protesté.

– ¡Ja! –dijo el capitán triunfante–, ya no sabe usted que hacer.

– Ah, no –expliqué–, es que hay tantos ejemplos que no sé cuáles escoger.

El capitán me lanzó una mirada venenosa.

– Y, ¿por qué no prueba con el radar? –preguntó sarcástico.

– Bueno, podría ser –dije–, pero me pareció que, verdaderamente, era demasiado fácil. Ahora, si usted lo dice, supongo que vale.

Era una suerte para mí que el capitán no tuviera nada de naturalista, pues de lo contrario no hubiera sugeri-

do el radar. Desde mi punto de vista resultaba estupendo, porque me bastaba con describir al humilde murciélago.

Mucha gente ha recibido en algún momento de su vida la visita de un murciélago en su cuarto de estar o su dormitorio, y si no se han asustado demasiado se habrán sentido fascinados por su vuelo rápido y diestro y por los giros y vueltas tan rápidos con que evita todos los obstáculos, entre ellos objetos como los zapatos y las toallas que a veces se les tiran. Y, contra lo que muchos creen, los murciélagos no son ciegos. Tienen unos ojos perfectamente capaces, pero tan pequeños que apenas si se pueden detectar en un pelaje tan denso. Pero, desde luego, los ojos no les resultan suficientes para realizar algunas de las proezas extraordinarias de vuelo a que se dedican. Fue un naturalista italiano del siglo XVIII, llamado Spallanzani, quien primero empezó a investigar el vuelo de los murciélagos y, mediante el método innecesariamente cruel de dejar ciegos a varios murciélagos, averiguó que podían seguir volando sin problemas y eludir los obstáculos como si no les hubiera pasado nada. Pero no pudo imaginar como lo lograban.

Este problema no se resolvió, al menos parcialmente, hasta hace relativamente poco. El descubrimiento del radar, la transmisión de ondas sonoras y la evaluación de los obstáculos que hay delante de un objeto por el eco que devuelven esas ondas, hizo que algunos investigadores se preguntaran si no sería ese el sistema empleado por los murciélagos. Se hizo una serie de experimentos y se descubrieron algunas cosas fascinantes. Primero se les tapó la vista a los murciélagos, a los que se les colocaron unos pedacitos de cera encima de los ojos y, como de costumbre, no experimentaron ninguna dificultad para lanzarse a volar de un lado a otro sin chocar con nada. Después se averiguó



que si llevaban los ojos tapados y las orejas también, ya no podían evitar las colisiones, y de hecho no parecía que tuvieran demasiados deseos de volar para empezar. Si sólo se les tapaba una oreja no podían volar sino con un éxito relativo, y chocaban con muchos objetos. Ello demostraba que los murciélagos podían obtener información acerca de los obstáculos que tenían ante sí mediante la reflexión de las ondas sonoras. Después los investigadores les taparon a los murciélagos las narices y las bocas, pero les dejaron las orejas destapadas, y una vez más los murciélagos no pudieron volar sin chocar. Esto demostraba que tanto la nariz como las orejas y la boca tenían alguna función en el sistema de radar de los murciélagos. Por fin y gracias al empleo de instrumentos sumamente delicados, se descubrió la realidad. Cuando el murciélago va volando emite una secuencia constante de chillidos supersónicos, demasiado altos para que pueda captarlos el oído humano. De hecho, lanzan unos treinta chillidos por segundo. Cuando los ecos de esos chillidos, rebotados por los obstáculos que hay delante, vuelven a los oídos de los murciélagos, y, en algunas especies, a las extrañas crestas carnosas en torno a la nariz del animal, el murciélago sabe lo que tiene ante sí, y a qué distancia está. De hecho, es detalle por detalle el mismo principio que el radar. Pero había una cosa que intrigaba mucho a los investigadores: cuando se transmiten ondas sonoras por radar, al enviar el sonido hay que cerrar el receptor, de forma que no se reciba más que el eco. De lo contrario, el receptor recogería tanto el sonido transmitido como el eco y el resultado sería una mezcla confusa. Eso resultaba posible con aparatos electrónicos, pero no podían imaginarse cómo podían hacerlo los murciélagos. Entonces se descubrió que lo lograban gracias a un músculo diminuto existente en el oído del murciélago. Justo en el momento



en el que el murciélago lanza su chillido, este músculo se contrae y desconecta el oído. Terminado el chillido, el músculo se relaja, el oído está dispuesto a recibir el eco.

Pero lo más maravilloso de todo esto no es que los murciélagos tengan este sistema privado de radar –pues al cabo de un tiempo uno ya no se sorprende de nada de la naturaleza–, sino que lo hayan poseído desde tanto tiempo antes que el hombre. Se han hallado en rocas del Eoceno antiguos murciélagos fósiles que diferían relativamente poco de sus descendientes modernos. Por lo tanto, es posible que los murciélagos vengán empleando el radar de hace algo así como 50 millones de años. El hombre lleva unos 50 años en posesión del secreto.

Resultó bastante evidente que mi primer ejemplo dio que pensar al capitán. Ya no parecía estar tan seguro de ganar la apuesta. Dije que mi siguiente caso sería la electricidad, lo cual aparentemente le dio un poco de ánimo. Se rio incrédulo y me dijo que me iba a costar persuadirle de que los animales tenían luces eléctricas.

Le señalé que yo no había hablado para nada de luces eléctricas, sino únicamente de la electricidad y había varios animales que la empleaban. Por ejemplo, existe la raya eléctrica o pez torpedo, curioso animal que parece más bien una sartén a la que hayan pasado encima una apisonadora. Estos peces están muy bien camuflados: no sólo imita su color el del fondo de arena, sino que además tienen la molesta costumbre de medio enterrarse en la arena, con lo que resultan verdaderamente invisibles. Recuerdo haber visto una vez el efecto de los órganos eléctricos de este pez, que son grandes y van situados en la espalda. En aquella época estaba yo en Grecia, viendo pescar a un muchacho campe-

sino en las aguas someras de una bahía en la que había una playa de arena. Iba con el agua hasta las rodillas por aquellas aguas claras, y en la mano llevaba un tridente como el que utilizaban los pescadores para la pesca nocturna. Iba avanzando por la bahía con bastante éxito: había alanceado varios peces grandes y un pulpo chico que estaba escondido entre un pequeño grupo de rocas. Cuando llegó frente a donde estaba yo sentado pasó algo curioso y bastante aterrador. Iba andando él lentamente, mientras miraba con atención el agua con el tridente dispuesto, y al instante siguiente se había puesto más tieso que un oficial de la Guardia Real y había saltado del agua recto como un cohete, con un grito que se había podido oír a un kilómetro de distancia. Volvió a caer en el agua con un chapuzón e inmediatamente soltó otro grito, más alto todavía y pegó otro salto. Esta vez cuando volvió a caer al agua, pareció que no podía volver a ponerse en pie, pues salió a la arena como pudo, medio a gatas medio arrastrándose. Cuando llegué adonde estaba tirado en la arena, lo encontré pálido y tembloroso, jadeando como si acabara de correr los mil metros. Yo no podía saber hasta qué punto se debía esto al susto y hasta cuál al efecto real de la electricidad, pero en todo caso nunca volví a bañarme en aquella bahía.

Es probable que el animal productor de electricidad más conocido sea la anguila eléctrica, que por extraño que parezca no es en absoluto una anguila, sino una especie de pez que se parece al anguila. Estos animales largos y negros viven en los arroyos de los ríos de Sudamérica y pueden alcanzar hasta los dos metros y medio de longitud, con un grosor como el muslo de un hombre. Sin duda, muchas de las historias que se cuentan a su respecto son muy exageradas, pero las grandes pueden soltarle a un caballo que

cruza un río una descarga lo bastante fuerte para que el caballo se caiga.

Cuando estuve reuniendo animales en la Guayana Británica tenía muchas ganas de capturar algunas anguilas eléctricas para traer al Reino Unido. En uno de los sitios en que acampamos el agua estaba llena de ellas, pero vivían en cavernas profundas que se habían hecho en las rocas de la costa. Casi todas estas cavernas estaban comunicadas con el aire libre por unos agujeros redondos que habían ido creando las aguas de las inundaciones, y en la caverna debajo de cada uno de estos agujeros vivía una anguila eléctrica. Si se llegaba a uno de los agujeros y se daba patadas y zapatazos, la anguila reaccionaba a ese comportamiento con un gruñido ronroneante, como si allá abajo estuviera enterrado un cerdo grande.

Por mucho que lo intentara, no lograba capturar una de esas anguilas. Después, un día mi socio y yo, acompañados por dos indios, fuimos de viaje a una aldea que había a unos kilómetros de distancia, cuyos habitantes eran grandes pescadores. En la aldea encontramos algunos animales terrícolas y aves, que les compramos, entre ellos un puercoespín arborícola domesticado. Luego, para gran alegría mía, apareció alguien con una anguila eléctrica en un cesto para pescado no muy seguro. Tras negociar el precio de los animales y comprarlos, comprendida la anguila, lo amontonamos en la canoa e iniciamos el viaje de regreso. El puercoespín iba sentado en la proa, aparentemente muy interesado por el paisaje, y delante de él iba la anguila en un cesto. Estábamos a mitad del camino de vuelta cuando se escapó la anguila.

Cuando nos dimos cuenta fue gracias al puercoespín. Creo que éste tenía la impresión de que la anguila era una serpiente, porque salió corriendo de la proa y trató de



subírseme a la cabeza. Mientras me esforzaba en eludir el picante abrazo del puercoespín vi de pronto que la anguila reptaba decidida hacia mí, y realicé una hazaña que no hubiera creído posible. Salté en el aire desde mi asiento, agarrando al puercoespín contra mi seno, y volvía a aterrizar cuando ya había pasado la anguila, todo ello sin hacer que la canoa zozobrase. Tenía en mente una visión perfectamente vivida de lo que le había ocurrido al muchacho campesino que había pisado al pez torpedo, y no tenía la menor intención de pasar por una experiencia parecida con una anguila eléctrica. Afortunadamente, ninguno de nosotros recibió una descarga de la anguila, porque mientras intentábamos volver a meterla en su cesto, reptó por uno de los lados de la canoa y se cayó al río. No puedo decir que ninguno de nosotros lamentara de verdad su desaparición.

Recuerdo una vez que estaba dando de comer a una anguila eléctrica totalmente fascinante, ver el método que utilizaba para hacerse con su presa. Medía aproximadamente un metro y medio de largo y podía arreglárselas bien con un pez de veinte a veinticinco centímetros de longitud. Estos había que dárselos vivos, y como su muerte era instantánea, yo no sentía ningún remordimiento. La anguila parecía saber cuándo era la hora de comer, y patrullaba su tanque con la regularidad monótona de los centinelas frente al Palacio de Buckingham. En cuanto se dejaba caer el pez en su estanque se paraba inmediatamente y parecía limitarse a contemplarlo mientras se le iba acercando cada vez más. Cuando está a tiro, que era a una distancia de unos treinta centímetros, de pronto parecía temblar como si se hubiera puesto en marcha una dinamo a todo lo largo de su negruzco cuerpo. El pez, por así decirlo, se quedaba congelado de repente; había muerto antes de que uno pudiera darse

cuenta de que pasaba nada, y luego, lentamente, se daba la vuelta y quedaba flotando panza arriba. La anguila se acercaba algo más, abría la boca y succionaba violentamente, y como si estuviera ante una aspiradora alargada, el pez desaparecía dentro de ella.

Tras deshacerme con bastante éxito, a mi juicio, de la electricidad centré ahora mi atención en otra esfera: la medicina. Dije que mi ejemplo siguiente sería la anestesia, y el capitán adquirió un aspecto, si era posible, todavía más excéptico que antes.

La avispa cazadora es la especialista de Harley Street del mundo de los insectos, y realiza una operación que a un cirujano experto le haría reflexionar. Hay muchas especies de avispas cazadoras, pero casi todas tienen costumbres parecidas. Cuando va a poner los huevos, la hembra tiene que construirles un nido de tierra. Este se divide perfectamente en celdas largas del diámetro de un cigarrillo y la mitad de largo. En ellas se propone la avispa poner los huevos. Pero todavía le queda otra cosa que hacer antes de que pueda taparlas, porque los huevos se transformarán en larvas y entonces necesitarán comida hasta el momento en que estén listas para pasar por la última fase de su metamorfosis en perfectas avispas. La avispa cazadora podría llenar las celdas de sus crías con alimentos muertos, pero para el momento de abrirse los huevos estos alimentos estarían podridos, de manera que se ve obligada a aplicar otro método. Su presa favorita es la araña. Desciende volando como un halcón feroz sobre su inocente víctima y procede a aplicarle un picotazo profundo y diestro. El efecto del picotazo es extraordinario, porque la araña queda completamente paralizada. Entonces, la avispa cazadora la agarra y se la lleva a su criadero, donde la deja cuidadosamente guardada y le

pone encima un huevo. Si las arañas son pequeñas, en cada celda puede haber hasta siete u ocho. Una vez convencida de que ha dejado comida suficiente para sus crías, la avispa tapa las celdillas y se va volando. En este lóbrego criadero, las arañas yacen en una fila inmóvil, en algunos casos durante un período que llega a las siete semanas. A todos los efectos prácticos, estas arañas están muertas, incluso cuando se las toca, y ni siquiera bajo una lupa se puede detectar en ellas la menor señal de vida. Así esperan congeladas, por así decirlo, a que se abran los huevos y las larvas diminutas de la avispa cazadora empiecen a morder sus cuerpos paralizados.

Creo que incluso el capitán quedó un tanto impresionado ante la idea de verse completamente paralizado mientras algo se lo iba comiendo a uno pedazo a pedazo, de forma que me apresuré a pasar a algo ligeramente más agradable. De hecho, se trataba de un animalillo encantador y de lo más ingenioso: la araña de agua. El hombre no ha logrado vivir bajo el agua durante un período de tiempo apreciable hasta fecha muy reciente de su historia, y uno de los primeros pasos en esa dirección fue la invención de la campana de inmersión. Miles de años antes de esto, la araña de agua había elaborado su propio método de penetrar en este nuevo mundo bajo la superficie del agua. Para empezar, sabe nadar muy bien bajo la superficie del agua, con su equivalente del tanque de oxígeno en forma de una pompa de aire que atrapa bajo el estómago y entre las patas, de forma que puede respirar bajo el agua. Ya esto es extraordinario, pero la araña de agua va más allá: construye su casa bajo la superficie del agua, una telaraña en forma de taza puesta del revés, firmemente anclada a las algas acuáticas. Después procede a realizar varios viajes a la superficie, de



los que vuelve con pompas de aire que mete en su cápsula de telaraña hasta llenarla, y allí puede vivir y respirar con la misma facilidad que si estuviera en tierra. La época del apareamiento, busca la vivienda de una hembra de aspecto atractivo y se hace una residencia secundaria junto a la de ella, después de lo cual, por ser, es de suponer, de inclinaciones románticas, se construye una especie de pasaje secreto, que une su casa a la de su amada. Después le echa abajo la pared, de forma que las pompas de aire de ambas casas se mezclan, y en esta extraña vivienda subacuática corteja a la hembra, se aparea con ella y vive con ella hasta que se han puesto los huevos y se han abierto, y hasta que sus hijos, cada uno de los cuales se lleva un glóbulo de aire de casa de sus padres, se va nadando a iniciar la vida de adultos.

Hasta el capitán pareció divertido e intrigado con mi relato de la araña de agua, y hubo de reconocer, aunque de mala gana, que la apuesta la había ganado yo.

Un año después, creo, me encontré hablando con una señora que había viajado una vez en el mismo barco y con el mismo capitán.

– Que hombre más encantador, ¿verdad? –me dijo.

– Asentí cortésmente.

– Debe haber estado muy contento de viajar usted en su barco –continuó–, dado que le gustaban los animales, ¿sabe? Una noche nos tuvo maravillados lo menos una hora mientras nos hablaba de todos esos descubrimientos científicos –ya sabe usted, cosas como el radar– y de cómo los animales llevaban utilizándolos años y años antes de que los descubriera el hombre. De verdad que fue fascinante. Le dije que debería escribirlo y dar una charla por la BBC.



## **MIMADO COMO EL BENJAMIN DE LA CASA**

*Droscher, Vitus B.*

*"Perro que ladra también muerde".*

*Ed. Planeta. Págs. 75-78.*

¿Qué dirían unos padres humanos si se vieran obligados a llevar alimento a sus hijos cada dos minutos? Pues esto es lo que hacen los padres de una camada de herrerillos. Se ha comprobado prácticamente la existencia de un caso en el que en el transcurso de dieciocho días tuvieron que llenar nada menos que 7.743 veces los insaciables picos de sus polluelos. Permítasenos poner esto por delante para que las cosas que explicaremos a continuación aparezcan con la necesaria claridad.

Cuando a causa del mal tiempo no se encuentra alimento suficiente, en casi cada nido de herrerillos se desarrolla una auténtica tragedia. En tales circunstancias, los padres se encuentran ante la penosa elección de dejar que todos sus hijos padezcan hambre y desnutrición —con lo que quedarían expuestos a daños del crecimiento que posteriormente podrían tener consecuencias mortales— o dejar de inmediato que uno o dos de sus hijos mueran rápidamente de hambre, para que el resto de sus hermanos pueda

tener la alimentación necesaria y garantizar su buen estado nutricional y de salud.

La naturaleza, con su sabiduría, ha elegido el segundo de los caminos y dirige su decisión con ayuda de un instinto sobre el método selectivo, de acuerdo con el cual los padres deciden de nuevo cada vez que dan de comer a sus polluelos cuál de ellos debe recibir la comida. En tiempo de escasez, los que no reciben alimentos y, consecuentemente, deben morir de hambre, son siempre los más jóvenes y los más pequeños de la camada. Estos candidatos a la muerte son los benjamines, que los científicos llaman familiarmente, redrojos, es decir, los más débiles e incapaces de medrar y de enfrentarse a sus hermanos. ¡Qué contraste tan grotesco con el concepto del niño débil y mimado, del benjamín de los seres humanos, que por lo general conceden su mayor amor y atención a los hijos más débiles y mal dotados y que incluso son disculpados y favorecidos por sus hermanos más sanos y fuertes!

¿Esa preferencia, esos mimos que se le ofrecen al benjamín, al más pequeño y débil de los hermanos, que se convierte así en el favorito de la casa, no es una falsa interpretación humana del verdadero proceder de la naturaleza?

No necesariamente. Observemos lo que ocurre en el nido de la familia de herrerillos cuando existen alimentos suficientes y abundantes. En nuestro nido cerrado, cuyo interior podía ser observado desde un escondrijo y a través de una mirilla, la hembra puso nueve huevos, uno a diario. Cuando a los diecinueve días de incubación nació el último de los polluelos, el primero contaba ya con cinco días de edad. Se equivocaría quien pensara que estos últimos nacidos, estos benjamines, son apartados a la hora de la comida por sus hermanos mayores. Por el contrario, los pa-

dres se preocupan de alimentar a los jóvenes con mucha más frecuencia que a los mayores. Así, cuando al cabo de tres semanas los polluelos están en condiciones de hacer su primer vuelo, los más pequeños casi se han puesto al mismo nivel en peso y desarrollo general que los que nacieron primero. ¡Todos los hermanos pueden intentar su primer vuelo el mismo día! Esto es importante porque, después de ese primer vuelo, la camada tiene que seguir siendo atendida por sus padres durante dos semanas más, y les resultaría muy difícil a éstos establecer distinciones entre sus hijos –para alimentar más a los más necesitados– y cuidarlos adecuadamente dentro y fuera del nido.

Precisamente porque los benjamines son los preferidos, pueden alcanzar y equipararse en su desarrollo con los hermanos mayores. En circunstancias normales de abundancia de víveres, también entre los herrerillos son los más jóvenes y delicados los favoritos y más mimados. Se confirma así el dicho de que el benjamín y el más delicado es siempre el más mimado.

Pero cuando escasea la comida, la cosa cambia, y el más débil se convierte en el más seguro candidato a la muerte, pues los padres lo abandonan. Tanto en un caso como en otro, el mismo instinto es el responsable de lo que ocurre.

El doctor veterinario Hans Löhrl, de la Reserva de aves de Radolfzell lo ha expresado así: “Es alimentado, siempre, el polluelo que primero abre el pico ante la presencia de los padres, es decir, la cría que tiene una reacción más rápida. Sólo basta una diferencia de una fracción de segundo por delante de sus hermanos para que reciba el primer bocado. Cuando los padres se posan en el borde del nido se dan cuenta de inmediato cuál fue el primer polluelo que abrió el pico. Si éste es el último y el más pequeño del nido, pese a que todos los demás píen y abran el pico pidiendo comida,



los apartarán y le entregarán el bocado al que fue el primero en pedirselo”.

Esto parece lleno de sentido común: El más hambriento es el que espera la comida con más tensión e interés. A medida que el polluelo se va hartando, cede esta tensa espera, y los otros hermanos, ahora más hambrientos, se adelantan y entran en turno. En tiempo de suficientes alimentos, los padres regresan al nido muy rápidamente, y con el pico lleno, tienen la posibilidad de satisfacer plenamente hasta el último del nido antes de que el primero vuelva a tener hambre y abra su pico adelantándose a sus hermanos. En tiempos de escasez, los polluelos tienen nuevamente hambre antes de que les vuelva a tocar su turno, pues los padres no encuentran comida con tanta facilidad, así que el último, el más pequeño, más débil o peor dotado, no puede incorporarse al ciclo y deja de ser alimentado.

A medida que los polluelos crecen en edad, los mejor alimentados se vuelven más revoltosos y despabilados. Descubren la llegada de los padres anticipadamente, tal vez por el ruido de las alas durante el vuelo, así que cuando el padre se acerca al agujero del nido ya todos los polluelos tienen el pico abierto. En ese caso, ¿cuál de ellos debe ser alimentado?. A partir de ese momento recibe el primer bocado el polluelo que tiene el pico más levantado. Y la diferencia de un milímetro basta para determinar la elección.

Queda claro que si el benjamín, o el más débil de los polluelos, no llegó a alcanzar su desarrollo normal y se quedó por detrás de sus hermanos, a penas si tiene posibilidad de supervivencia.

¿Debemos mostrar desencanto e indignación ante esa conducta de los pájaros adultos que, en tiempo de necesidad, dejan morir de hambre a los peor dotados?.



Entre los seres humanos civilizados, hay madres dispuestas a morir de hambre para que su hijo pueda comer. Pero en muchos pueblos primitivos, como los bosquimanos en Kalahari o los ibo en Nigeria, es normal que en casos de hambre y necesidad, se deje morir de hambre al más joven de la estirpe para que los mayores puedan sobrevivir.

Como puede verse, existe un notable paralelismo en el destino de los más débiles entre los hombres y los animales.



**RELACION DE  
ILUSTRACIONES**



- Fig. 1, pág. 27.— Espectro de la radiación solar en el límite de la atmósfera y al nivel del mar. Margalef. "Ecología". Ed. Planeta, pág. 75.
- Fig. 2, pág. 28.— Espectro electromagnético. Nuffield. "Biología". Texto IV, pág. 167.
- Fig. 3, pág. 29.— Influencia de la latitud en la recepción de los rayos solares. Original.
- Fig. 4, pág. 29.— Pérdida de la energía solar incidente. Strahler. "Geografía Física", pág. 140.
- Fig. 5, pág. 30.— Efecto de la orientación y pendiente sobre la insolación. Bennett y Humphries. "Introducción a la Ecología de campo", pág. 109.
- Fig. 6, pág. 30.— Trayectoria del sol y duración del día según las estaciones. Original.
- Fig. 7, pág. 30.— Importancia de la cobertura vegetal en la insolación de la superficie del suelo. Original.
- Fig. 8, pág. 34.— Intensidades mensuales medias de radiación solar en diversas comunidades vegetales. Clarke. "Elementos de Ecología", pág. 227.
- Fig. 9, pág. 35.— Causa de las estaciones. Original
- Fig. 9 bis, pág. 36.— Cálculos para averiguar la altura del sol. Original.
- Fig. 10, pág. 39.— Situación del sol en el horizonte. Original.
- Fig. 10 bis, pág. 40.— Diagrama de Fischer de la ciudad de Carcaixent, Valencia, para los solsticios de verano e invierno. Original.
- Fig. 11, págs. 43-46.— Recorrido del Sol en el cielo en los equinoccios y solsticios, en diversas latitudes. Strahler. "Geografía Física", pág. 76 y 77.
- Fig. 12, pág. 47.— Solsticio de invierno en diversas latitudes de la Tierra. Strahler. "Geografía Física", pág. 75.
- Fig. 13, pág. 50.— Causas de la rapidez e intensidad con que se calienta la superficie de la Tierra en comparación con el agua. Strahler. "Geografía Física", pág. 145.
- Fig. 14, pág. 50.— Gráfica de la temperatura anual en dos estaciones de latitud media. Strahler. "Geografía Física", pág. 147.
- Fig. 15, pág. 51.— Ciclo estacional de la temperatura en un lago profundo de la región templada. Clarke. "Elementos de Ecología", pág. 170.
- Fig. 16, pág. 57.— Supervivencia del *Tribolium confusum* para diferentes humedades relativas, a temperatura constante. Clarke. "Elementos de Ecología", 157.
- Fig. 17, pág. 58.— Importancia de las montañas como causa de lluvia. Strahler. "Geografía Física", pág. 208.
- Fig. 18, pág. 59.— Ciclo hidrológico. Strahler. "Geografía Física", pág. 256.
- Fig. 19, pág. 60.— Osmoregulación de un pez de agua dulce y otro de agua salada. Odum. "Ecología", pág. 331.
- Fig. 20, pág. 61.— Pluviómetro. PEAC. "La Enseñanza por el Entorno Ambiental", pág. 268.
- Fig. 21, pág. 64.— Relación entre la temperatura y la humedad relativa en el ciclo diario. Original.
- Fig. 22, pág. 65.— Climógrafos. Odum. "Ecología", pág. 138.
- Fig. 23, pág. 67.— Higrómetro simple. Strahler. "Geografía Física", pág. 199.
- Fig. 24, pág. 70.— Diagrama climático. Original.

- Fig. 25, pág. 72.**— Variación de la Presión y la Densidad atmosférica con la altura. Original.
- Fig. 26, pág. 73.**— Liberación y captación de oxígeno de los vegetales de un río. Puig García y otros. "El Riu Viu", pág. 30.
- Fig. 27, pág. 77.**— Crecimiento intensivo del lenguado después de la adición de abono. Clarke. "Elementos de Ecología", pág. 343.
- Fig. 28, pág. 79.**— Variación de la densidad del agua en relación con la profundidad. Original.
- Fig. 29, pág. 80.**— Variación de la presión del agua en relación con la profundidad. Original.
- Fig. 30, pág. 81.**— Variación de la presión en el seno del aire y del agua. Clarke. "Elementos de Ecología", pág. 44.
- Fig. 31, pág. 83.**— Veleta. PEAC. "La Enseñanza por el Entorno Ambiental", pág. 267.
- Fig. 32, pág. 84.**— Símbolos utilizados para indicar la dirección e intensidad del viento. Strahler. "Geografía Física", pág. 171.
- Fig. 33, pág. 84.**— Rosa de los vientos. Strahler. "Geografía Física", pág. 171.
- Fig. 34, pág. 85.**— Familias de nubes. Strahler. "Geografía Física", pág. 201.
- Fig. 35, pág. 88.**— Representación de una zona de bajas presiones, con un frente frío y uno cálido. Keidel. "Pequeña Guía de Meteorología", pág. 78.
- Fig. 36, pág. 92.**— Medidores de corriente. A y B: Bennet y Humphries. "Introducción a la Ecología de campo", pág. 117. C: Original.
- Fig. 37, pág. 94.**— Zonación horizontal y vertical en el mar. Odum. "Ecología", pág. 365.
- Fig. 38, pág. 96.**— Perfil esquemático de un suelo. Neviani. "El Suelo", pág. 20.
- Fig. 39, pág. 101.**— Diagrama triangular de la textura de un suelo. Strahler. "Geografía Física", pág. 321.
- Fig. 40, pág. 102.**— Embudo de Tullgren. PEAC. "La Enseñanza por el Entorno Ambiental", pág. 220.
- Fig. 41, pág. 112.**— El Estegosaurio. Investigación y Ciencia n° 26, pág. 143.
- Fig. 42, pág. 118.**— Disposición de las hojas en el tallo. Clarke. "Elementos de Ecología", pág. 251.
- Fig. 43, pág. 119.**— Estructura de la hoja. Dualde. "C. Naturales 1.º BUP", pág. 463.
- Fig. 44, pág. 121.**— Disposición de epifitas en un bosque. Modificación de Clarke. "Elementos de Ecología", pág. 280.
- Fig. 45, pág. 124.**— Cría del gorrión inglés. Clarke. "Elementos de Ecología", pág. 273.
- Fig. 46, pág. 126.**— Distribución latitudinal y altitudinal de los bosques en Norteamérica. Clarke. "Elementos de Ecología", pág. 215.
- Fig. 47, pág. 128.**— Plantas anuales, bienales, perennifolios y caducifolios. Weisz. "La ciencia de la Biología", pág. 246 y 247.
- Fig. 48, pág. 132.**— Cabezas de zorro. Clarke. "Elementos de Ecología", pág. 192.
- Fig. 49, pág. 134.**— Adaptaciones de las plantas a la humedad. Nuffield. "Biología texto IV", pág. 91.



- Fig. 50, págs. 136 y 137.**— Problemas osmóticos de los peces. Nuffield. "Biología Texto IV", pág. 85.
- Fig. 51, pág. 138.**— Extremo posterior de larvas de mosquito. Margalef. "Ecología", Omega.
- Fig. 52, pág. 140.**— Acción conjunta de la temperatura y de la humedad en el desarrollo del gorgojo del algodónero. Clarke. "Elementos de Ecología", pág. 219.
- Fig. 53, pág. 141.**— Interacción de la temperatura y de la humedad en la distribución de la vegetación. Clarke. "Elementos de Ecología", pág. 221.
- Fig. 54, pág. 143.**— Diferentes tipos de respiración. Sillero. "Biología COU", págs. 176, 177, 180 y 181.
- Fig. 55, pág. 150.**— Adaptaciones de patas a diversos sustratos. Margalef. Omega.
- Fig. 56, pág. 152.**— *Calocalanus pavo*, copépodo planctónico tropical. Clarke. "Elementos de Ecología", pág. 58.
- Fig. 57, pág. 154.**— Insectos ápteros del Kilimanjaro. Margalef. Omega.
- Fig. 58, pág. 161.**— Maniobras defensivas de un cardumen de peces pequeños. Investigación y Ciencia, n° 71, pág. 77.
- Fig. 59, pág. 167.**— Cráneos de dos especies de pinzones de las Galápagos. The Open University. "Unidad y Diversidad", pág. 17.
- Fig. 60, pág. 168.**— Cabezas de aves con diferentes hábitos alimentarios. The Open University. "Unidad y Diversidad", pág. 42.
- Fig. 61, pág. 170.**— Esqueleto del cráneo y mandíbula del pez engullidor *Chauliodus sloani*. Margalef. "Ecología". Omega.
- Fig. 62, pág. 171.**— Pinzón carpintero de las Galápagos. Young. "La vida de los Vertebrados", pág. 387.
- Fig. 63, pág. 172.**— Pez batial *Photocorynus* con un macho parásito unido a la hembra. Young. "La vida de los Vertebrados", pág. 229.
- Fig. 64, pág. 173.**— Construcción del nido por el tejedor *Quelea*. Young. "La vida de los Vertebrados", pág. 418.
- Fig. 65, pág. 176.**— Flor de salvia e himenóptero. Vogel. "Atlas de Biología", pág. 102.
- Fig. 66, pág. 179.**— Adaptaciones a la dispersión de frutos y semillas. Scagel. "El Reino Vegetal", págs. 562, 3, 4, 7 y 9.
- Fig. 67, págs. 185-186-187.**— Vertebrados planeadores. The Open University. "Unidad y Diversidad", pág. 50.
- Fig. 68, pág. 188.**— Tipos diversos de patas en las aves. Young. "La vida de los Vertebrados", pág. 371.
- Fig. 69, pág. 189.**— Picos de los pinzones de Darwin. Young. "La vida de los Vertebrados", pág. 433.
- Fig. 70, pág. 191.**— Diversos tipos de picos en las aves. Young. "La vida de los Vertebrados", pág. 386.
- Fig. 71, pág. 196.**— Area de distribución de la rata campestre y del oso pardo. Van de Brink. "Guía de los Mamíferos salvajes de Europa Occidental", pág. 115 y 127.
- Fig. 72, pág. 197.**— Area de distribución de la salamandra de cuatro dedos. Neill. "Biogeografía", pág. 17.
- Fig. 73, pág. 199.**— Regiones biogeográficas. Original.



## **BIBLIOGRAFIA**



- Bennett, D. y Humphries, D. *Introducción a la ecología de campo*. H. Blume, Madrid, 78.
- Clarke, George, L. *Elementos de ecología*. Omega, Barcelona, 71.
- Dröschner, Vitus, B. *Perro que ladra también muerde*. Planeta, Barcelona, 81.
- Dualde, V. y Lillo, J. *Ciencias naturales 1° B.U.P. Ecir*. Valencia, 79.
- Durrell, G. *Encuentros con animales*. Alianza editorial. Madrid, 81.
- Fernández Castañón, María Luisa y otros. *P.E.A.C.- La enseñanza por el entorno ambiental*. Servicio de Publicaciones, Madrid, 81.
- García Amorena, L. y Sanmiguel, A. *Ciencias naturales 1° B.U.P.* Librería General, Zaragoza, 75.
- García Ferrer, J.J. y otros. *Ecología en B.U.P.* Instituto de Ciencias de la Educación, Valencia, 81.
- Gould, Stephen, J. y Lewontin, Richard, C. *La Adaptación biológica*. Mundo Científico n° 22. Febrero, 83.
- Keidel, Claus, G. *Pequeña guía de meteorología*. Omega, Barna, 81.
- Lewontin, Richard, C. *La Adaptación*. Investigación y Ciencia n° 26. Noviembre, 78.
- Margalef, R. *Ecología*. Omega. Barcelona, 77.
- Margalef, R. *Ecología*. Planeta. Barcelona, 81.
- Neill, W.T. *Biogeografía*. CECSA. México, 76.
- Neviani, Ivo. *El suelo Ema-5 Enciclopedia monográfica*. Avance. Barcelona, 69.
- Nuffield, Biología. Texto IV. *Los seres vivos en acción*. Omega, Barcelona, 72.
- Odum, E.P. *Ecología*. Interamericana. México, 72.
- Open University, the. *Unidad y diversidad*. Mcgraw-hill, 71.
- Partridge, B.L. *Estructura y función de los cardumenes de peces*. Investigación y Ciencia n° 71. Agosto, 82.
- Pernes, Jean. *La genética de la domesticación de los cereales*. Mundo Científico n° 29. Octubre, 83.
- Puig García, María Angeles y otros. *El Riu Viu*. Trobada amb la Ciència. Generalitat de Catalunya, 84.
- Seager, Robert F. y otros. *El reino vegetal*. Omega. Barna, 73.
- Sillero, A. y otros. *Biología C.O.U.* Edelvives. Zaragoza, 78.
- Strahler, Arthur, N. *Geografía física*. Omega, Barcelona, 81.
- Sureda, V. y San Gil, Jesús A. *La atmósfera y la predicción del tiempo*. Biblioteca Salvat de Grandes Temas. Barcelona, 73.
- Therón, A. *Botánica*. Montaner y Simón, S.A. Barcelona, 73.
- Van de Brink, F.M. *Guía de los mamíferos salvajes de europa occidental*. Omega. Barcelona, 71.
- Villeneuve, F. y Desiré, CH. *Zoología*. Montaner y Simón, S.A. Barcelona, 72.
- Vogel, G. y Angermann, H. *Atlas de Biología*. Omega. Barcelona, 74.
- Weisz, P.B. *La ciencia de la biología*. Omega. Barcelona, 73.
- Young, J.Z. *La vida de los vertebrados*. Omega. Barcelona, 71.











**V**alentin Gavidia Catalan, catedrático de Ciencias Naturales de Institutos de Bachillerato, actualmente en el Instituto de Alaquás (Valencia), muestra en esta obra una bella forma de ver el Medio Ambiente, y lo hace con la seguridad que dá el gran conocimiento, que tiene de la materia.

Enumera con originalidad las distintas fases de la obra, utilizando la sintetización, que en muchos pasajes se convierte en poesía. El tema, es interesante bajo el punto de vista pedagógico, puesto que su estudio/lectura es fresco, al mismo tiempo que útil y diáfano.

Con este trabajo, importante para la enseñanza, Valentin Gavidia, obtuvo el premio Breviarios de Educación (Accesit C) del año 1984, otorgado por el Ministerio de Educación y Ciencia.

**MINISTERIO DE EDUCACION Y CIENCIA**

Centro de Publicaciones