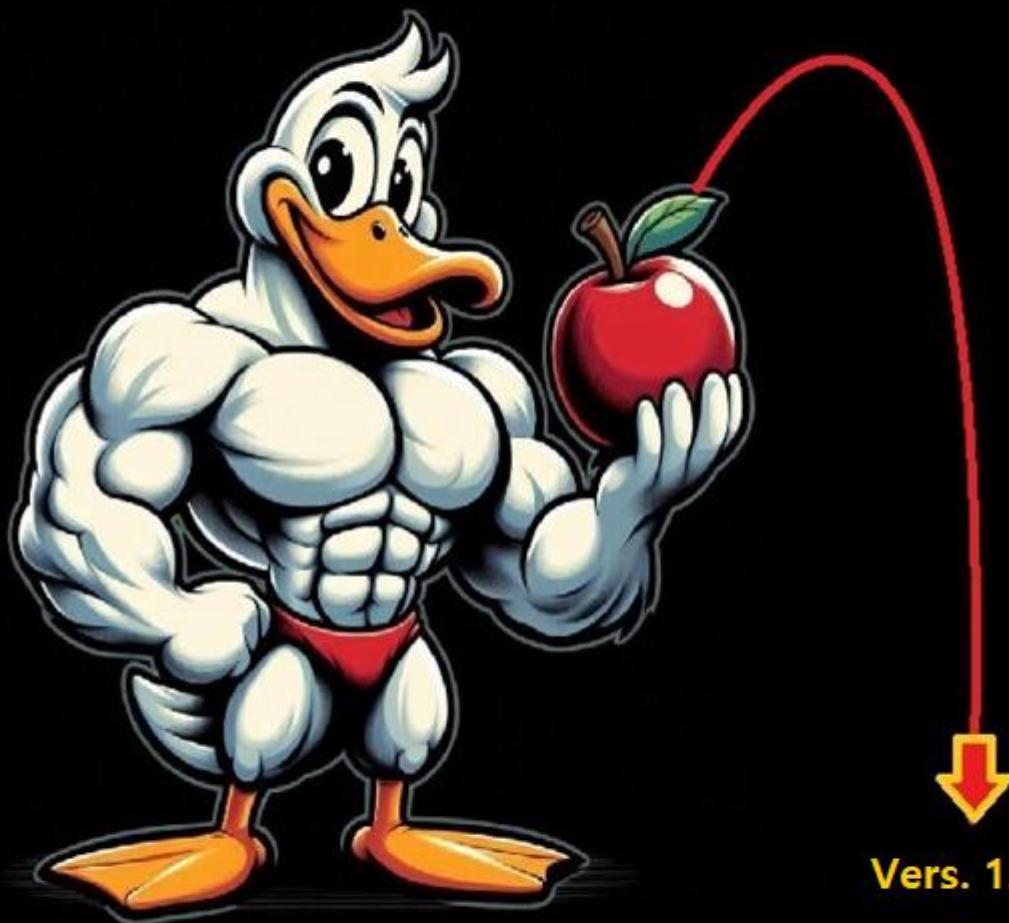


BIOFÍSICA

para el Profesorado



1

Héctor F. Méndez



PRÓLOGO *(antes de lo que se trata)*

La **Biofísica** juega un papel crucial en la enseñanza de la biología porque permite entender los fenómenos biológicos a través de los principios de la física. Al estudiar las propiedades físicas de las moléculas, células y organismos, la biofísica brinda una comprensión más precisa y cuantitativa (de ser necesario) de los procesos biológicos. En esta pequeña recopilación de notas de clase pretendemos alcanzar a estudiantes y colegas con una aproximación didáctica, en muchos casos conceptual, de fenómenos biológicos que encontramos en la vida cotidiana.

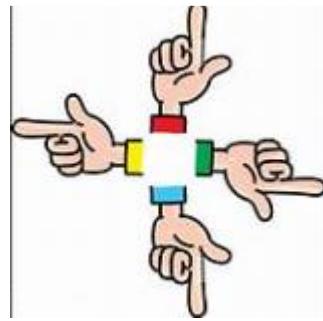
Algunas razones que sustentan un acercamiento a la enseñanza de la Biofísica son:

1. **Comprensión de procesos a nivel molecular:** La biofísica permite a los estudiantes entender cómo interactúan las moléculas biológicas con fuerzas físicas como la electricidad, luz, magnetismo, su termodinámica e incluso con la mecánica cuántica. Esto ayuda a explicar muchos de los procesos que son esenciales para la vida y los enfoques para su estudio (PICERAS¹)..
2. **Enfoque interdisciplinario:** A través de la biofísica, se integran disciplinas como la biología, la física, las matemáticas y la química. Esto ayuda a los estudiantes a ver la biología desde una perspectiva más amplia (ya que en realidad no existe un verdadero límite entre ellas) y a su vez aplicar conceptos físicos a los fenómenos biológicos.
3. **Tecnología y metodologías avanzadas:** Al incluir la Biofísica en la enseñanza, los estudiantes pueden explorar los detalles estructurales y dinámicos de los sistemas vivos con mayor precisión y valorar las ventajas evolutivas de ciertas modificaciones estructurales.
4. **Modelización y simulación:** Los principios de la biofísica permiten la creación de modelos matemáticos para simular y predecir comportamientos biológicos. Esto es fundamental para que los estudiantes aprendan a predecir y comprender cómo las alteraciones en las condiciones físicas pueden afectar los procesos biológicos.
5. **Avances en la medicina y la biotecnología:** El estudio de la biofísica es clave para la comprensión de tratamientos médicos y tecnologías médicas, desde simples anteojos a la ingeniería de tejidos. La enseñanza de estos conceptos puede preparar a los estudiantes para explicar nuevas terapias o tecnologías basadas en principios biofísicos.

2

En resumen, la biofísica no solo profundiza la comprensión de los mecanismos biológicos, sino que también promueve el pensamiento crítico y la resolución de problemas, habilidades esenciales en la biología moderna y sus aplicaciones tecnológicas.

¹ Ver anexo 1



ÍNDICE *(el que indica)*

"C" de PICERAS, Relación Superficie/Volumen.....	4
Proporción núcleo-citoplasmática	9
PALANCAS EN LA NATURALEZA.....	11
MOVIMIENTO: Nadar o no nadar	17
Presión y flotación	20
Tu cerebro FLOTA	23
PRESIÓN y PRESIONES	26
HIDRODINÁMIA y RESPIRACIÓN	29
2 en 1	35
DETERMINANTES FÍSICAS PARA EL INTERCAMBIO GASEOSO	
EN UNA SUPERFICIE ASIMILATORIA	42
Procesos Bioeléctricos: Todo funciona así	45
OJOS Y BIOFÍSICA	47
RECIBIR Y REACCIONAR	56
Qué es el sonido?.....	66
MÚSICA para mis oídos	69
Huele bien, huele mal	72
Física del transporte de agua en las plantas terrestres	83
A vuelo de pájaro?	90
En contra o a favor?.....	94
"E" de PICERAS, "E" de Endo, Ecto, Exo.....	98
Grande frío o pequeño caliente.....	102
La aparición del orden	103
NO HAY DESTINO	108
ANEXO 1 :PICERAS, la vida y la termodinámica	111
ANEXO 2: Daniel Koshland	114
ANEXO 3: De alto vuelo!.....	116

3

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Lic. Paula M. Silva su lectura previa, sus recomendaciones y el apoyo de siempre

“C” de PICERAS, Relación Superficie/Volumen

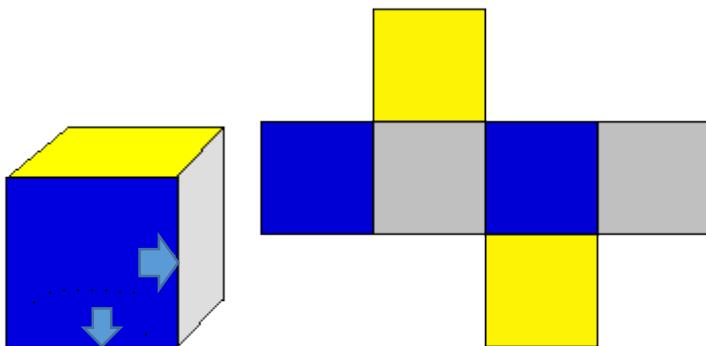
La letra “C” de PICERAS nos habla de que todo ser vivo debe estar limitado por un Compartimiento. Ya sea membrana, pared celular, piel, exoesqueleto o cualquier otra forma de límite.

Esto nos dice que éste límite determina una **superficie** de contacto con el medio y un **Volumen** encerrado en ella.

La relación entre estas dos variables es fundamental para la termodinámica de la vida del individuo en cuestión

La ley cuadrático-cúbica es un principio matemático-geométrico, aplicado en varios campos científicos y técnicos, que describe la relación entre volumen y área de un cuerpo a medida que aumenta o disminuye su forma o figura. Fue descrita por primera vez en 1638 por Galileo Galilei en su libro “Dos nuevas ciencias”²

Miremos un cubo y su superficie desarrollada: *Las flechas indican lados de igual longitud*



4

Completemos este cuadro:

Lado (L)	$L \times L$	Superf cara (A)	$L \times L \times L$	Volumen (V)	A/V	Proporción A:V

Entonces, por ejemplo, un bloque simétrico y homogéneo con una arista (longitud lateral) de 1 metro, tiene una superficie de $6 m^2$ y un volumen de $1 m^3$. Si las dimensiones del objeto se duplican (multiplicado por 2) su nuevo volumen será $8 m^3$, mientras que su nueva superficie será $24 m^2$. Como se puede observar la relación entre volumen y área cambia de forma significativa al modificar la escala.

² Discorsi e Dimostrazioni Matematiche, intorno a due nuove scienze.

Representa matemáticamente:

$$v_2 = v_1 \left(\frac{\ell_2}{\ell_1} \right)^3$$

donde v_1 es el volumen original, v_2 es el nuevo volumen, ℓ_1 es la longitud original y ℓ_2 es la nueva longitud.

$$A_2 = A_1 \left(\frac{\ell_2}{\ell_1} \right)^2$$

donde A_1 es el área original y A_2 es la nueva área.

En términos generales este principio establece que, cuando una forma crece en tamaño, su volumen crece más rápido que su superficie. Esto decididamente tiene muchas implicaciones que son importantes en Biofísica.

Esto ayuda a explicar gran variedad de fenómenos, por ejemplo por qué a grandes mamíferos como los elefantes les cuesta más enfriarse, que a los más pequeños, como los ratones.

Ratones friolentos

Cuando miramos críticamente la tabla de arriba, se puede entender que los organismos muy pequeños tienen mucha superficie en comparación con sus volúmenes. Los pequeños animales de sangre caliente (endotermos), como los ratones y los colibríes, tienen que comer mucho en proporción a su peso para mantenerse calientes.

En climas fríos, un animal pequeño pierde calor rápidamente porque gran parte del mismo está en contacto con el medio.

Qué necesita? Pensar el porqué de cada una de estas posibilidades

- a) Comer mucho
- b) Comer alimentos de calidad
- c) Permanecer en lugares cálidos
- d) Migrar a lugares cálidos
- e) Tener un buen aislante (pelaje o plumas)



En términos prácticos, significa que los animales pequeños, como los ratones, tienen “muchísima piel” en comparación con un pequeño volumen interno (de huesos, músculos, sangre y órganos internos). Y como el calor se pierde por la superficie, un ratón o un colibrí pierden calor rápidamente.



Cuando un animal tiene un gran volumen interior, la piel (la superficie) se vuelve progresivamente más pequeña en comparación con el volumen. Esto significa que los animales grandes tienden a mantener su temperatura y a enfriarse o calentarse lentamente. También por eso les resulta difícil eliminar el exceso de calor corporal.

Veamos algunos ejemplos:

¿Por qué no hay Paramecios de 2 m?

Organismos unicelulares

¿Por qué no hay organismos unicelulares gigantes? ¿Por qué son tan pequeños?

Los organismos unicelulares intercambian materia y energía del exterior, tienen que absorber alimentos, agua, gases y productos químicos, y tienen que excretar productos de desecho. Están llenos de moléculas orgánicas que deben moverse y procesarse. En las células, por su tamaño, todas las partes de la célula están cerca de la membrana y los intercambios con el medio se simplifican. A medida que las células individuales crecen, el volumen aumenta más y hace que todo funcione de manera más compleja. La superficie celular, la interfaz entre la célula viva y el mundo, no aumenta su área tan rápidamente como el volumen del contenido celular. En algún momento, las estructuras y procesos de la célula se volverán inefficientes si la célula crece demasiado.

Muchos animales pequeños son de “sangre fría” (ectotérmicos). Los anfibios y los peces, los reptiles y los insectos se las arreglan siendo pequeños metabolizando al ritmo que les permite la temperatura del medio. Un pequeño animal de sangre fría puede calentarse rápidamente en una roca iluminada por el sol y requiere poca comida para mantenerse con vida si tiene un metabolismo bajo. Esto es eficiente.

Sin embargo, los animales de sangre fría reaccionan más lentamente que los de sangre caliente cuando hace frío.

6



¿Y los grandes?

Ser grande también tiene consecuencias. Los animales grandes pueden retener bien el calor, pero pueden tener problemas para deshacerse del calor corporal en climas muy calurosos.

Este es un problema importante, porque las proteínas se desnaturalizan si el cuerpo se calienta demasiado y el organismo puede morir si se sobre calienta. Muchos animales han desarrollado formas de deshacerse del exceso de calor

Menciona 3 formas y argumenta tu respuesta:

El Dimetrodon era un reptil del Paleozoico con una enorme vela en la espalda (Buscalo en el Museo de Ciencias Naturales) ¿cuál te parece la razón para que la Selección Natural haya favorecido la existencia de esta característica? Dibujalo aquí también.

7

La regla de Bergmann

La regla de Bergmann es una de las más antiguas y más conocidas de las reglas ecológicas térmicas. Fue establecida por Carl Bergmann en 1847, señalando que las especies politípicas de animales homeotermos, las subespecies o razas geográficas tienen mayor tamaño cuanto más baja sea la temperatura media del ambiente en que viven. Es una generalización que vincula la temperatura ambiental con la morfología. Postula que el cuerpo de un animal endotermo tiene un mayor tamaño en climas más fríos (polos, en latitudes mayores) que en climas más calientes (ecuador).

Ser GRANDE

Ser grande plantea problemas para las estructuras de soporte del cuerpo. Porque si se consigue un importante aumento de volumen, seguro se incrementará el peso. Un animal más grande necesita huesos más macizos. Es necesario nutrir más células del cuerpo: eso significa que el animal necesita tener y bombear más sangre. Será necesario agrandar el tamaño de los pulmones y aumentar la capacidad digestiva para procesar más alimentos que sustenten un cuerpo más grande.

En términos generales, si un animal se ampliara en una cantidad considerable, su fuerza muscular relativa sería muy reducida, ya que la sección de sus músculos se incrementaría sólo por el cuadrado, mientras que su masa corporal se incrementaría. Así, las funciones cardiovasculares y respiratorias, también se verían gravemente comprometidas.

Como dijo el biólogo evolucionista J.B.S. Haldane, los animales grandes no se asemejan a los animales pequeños: un elefante no puede ser confundido con un ratón de tamaño ampliado. Los huesos de un elefante son necesariamente y proporcionalmente mucho más grandes que los huesos de un ratón, ya que deben llevar el peso proporcionalmente mayor. Deben ser del tamaño correcto.

Hablemos de gigantes enyesados

Consideremos un hombre de 30 m de altura... Este monstruo ... pesaría 1.000 veces más que una persona común. Como el tejido óseo humano se rompe con cerca de 10 veces el peso humano, este gigante rompería sus fémures cada vez que diera un paso.

Lo mismo pasa con los animales gigantes que se ven en las películas de terror (por ejemplo, Godzilla o King Kong) también son poco realistas, ya que su tamaño les obligaría a colapsar, necesitarían unas bases muy desproporcionales e ilógicamente fuertes para poder soportar el aumento de peso. Por eso, no es ninguna coincidencia que los animales más grandes que existen hoy en día sean animales acuáticos, ya que la flotabilidad del agua contrarresta, en cierta medida los efectos de la gravedad. Por lo tanto, las criaturas del mar pueden crecer a tamaños muy grandes sin las mismas estructuras músculo-esqueléticas que se requeriría en las criaturas terrestres de tamaño similar.

Estos son ejemplos de la Relación Superficie-Volumen contenidos dentro del compartimiento, que constituye el pilar "C" de la formulación de PICERAS.

Pensemos

¿Qué efecto tiene la gravedad del planeta sobre el peso de sus formas de vida?

¿Cómo afectará eso a su estructura?

¿Qué significa esto?:

$$\frac{6a^2}{a^3} = \frac{6}{a}$$

Proporción núcleo-citoplasmática

Sabemos que el núcleo desempeña un importante control de las actividades celulares.

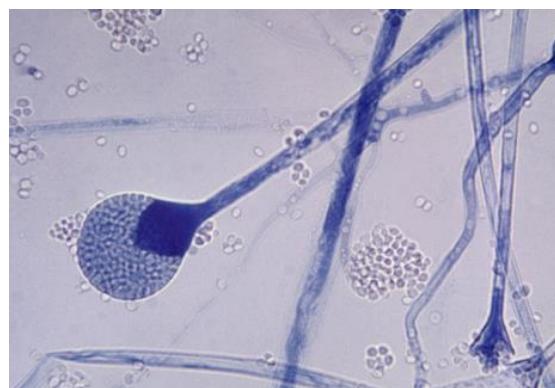
Pero como la interacción entre núcleo y citoplasma tiene lugar a través de membrana nuclear, el tamaño del núcleo puede estar limitado por la proporción entre el área de la membrana del núcleo y su volumen.

La física indica que existe un límite superior para la cantidad de citoplasma que puede ser controlada por un solo núcleo.

Existen algunos organismos que tienen muchos núcleos en cuerpos no divididos en células separadas (los llamados Cenocíticos)¹.



Vaucheria sp. ("Alga dorada")



Mucor sp. ("hongo filamento"- Phycomycete)

9

Ejemplos de ellos son algunos hongos, myxomycetes y algas que no tienen "tabiques" o límites en el citoplasma (salvo el exterior).



Stemonitis sp (Myxomycetes)



Algunos de éstos organismos poseen procesos metabólicos poco comunes y todos indican importantes movimientos del citoplasma en forma de corrientes; es posible

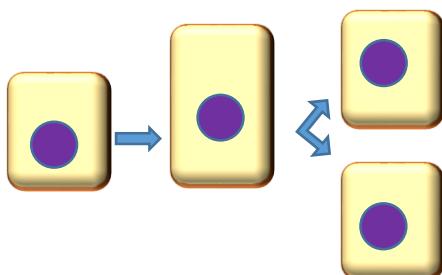
que estos movimientos hagan circular hormonas y otros mensajeros químicos que conduzcan, así, a la coordinación de la actividad de los núcleos. Porque es necesario algún tipo de coordinación para que el organismo pueda comportarse como una unidad.

Hay grandes cantidades y tipos diversos de organismos unicelulares y ellos emplean una variedad de procesos metabólicos y presentan grados de complejidad que van desde los más "simples" hasta los muy "complejos", pero existe un límite superior para su tamaño, que no suele exceder de unos pocos centímetros en su mayor dimensión.

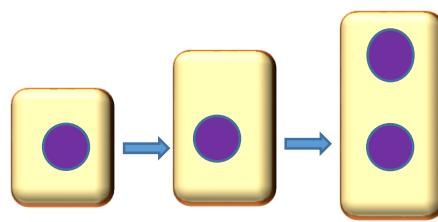
Una de las características de las células vivas es que, en condiciones apropiadas, crecen; pero debe quedar claro que las células no pueden seguir creciendo más y más ya que la proporción entre el área y el volumen impone un límite.

Una solución para este problema es que las células en crecimiento se dividan en dos: así, pueden alcanzar juntas un mayor volumen que la célula única ya que poseen el doble del área de la superficie, por ello la mayoría de los organismos vivos poseen células diferenciadas.

10



División con citocinesis



División sin citocinesis (multinucleada)

¹Cenocito (gr. Cenos = común + Cito = "célula"): célula multinucleada, producto de divisiones nucleares múltiples sin citocinesis (división celular)

PALANCAS EN LA NATURALEZA

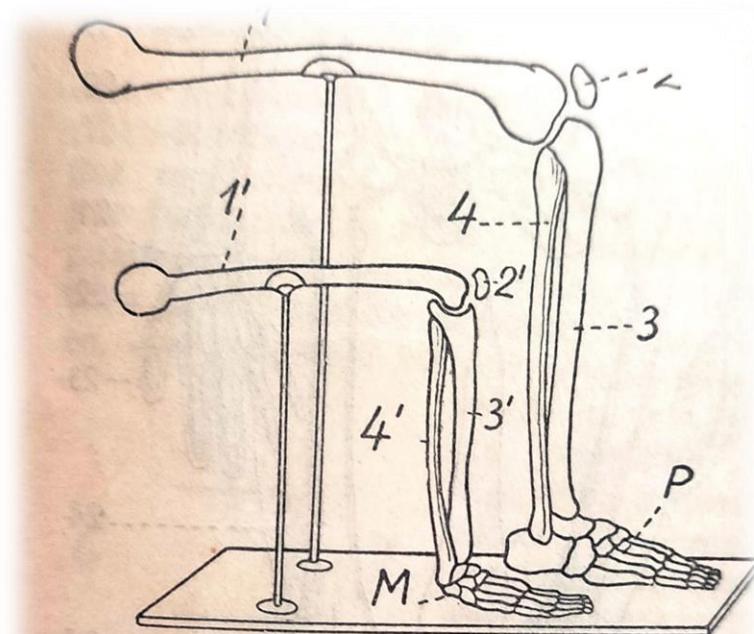


Fig. 303. — Homologías (según C. Martins) entre las dos extremidades humanas. 1, Fémur; 1', Húmero; 2, Rótula y 2', olecranon; 3, Tibia y 3', radio; 4, Péroné y 4', cúbito; M, mano; P, pie.

11

Las palancas, dice la definición, son mecanismos que permiten transformar o controlar un movimiento y convertir una fuerza en un movimiento realizando el menor esfuerzo.

Una palanca es una máquina simple con un punto de apoyo (A), y una barra rígida en la que existe un punto de aplicación de la fuerza o potencia (P), y un punto de aplicación de la resistencia, (R).

Para resolver una palanca en equilibrio (como cuando queda en equilibrio un "sube y baje" o una balanza tipo "Libra"), empleamos la llamada "ley de la palanca".

$$P \cdot d = R \cdot r$$

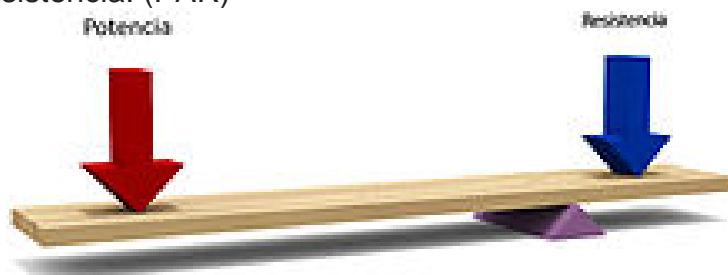
Donde "d" es la distancia desde el punto de aplicación de la fuerza y "r" la distancia desde el punto de apoyo respecto a P y R

Estos cálculos nos permiten expresar el principio fundamental de la palanca del siguiente modo:

“En toda palanca en equilibrio, el producto que se obtiene multiplicando la potencia por el brazo de potencia es igual al obtenido multiplicando la resistencia por el brazo de resistencia”.

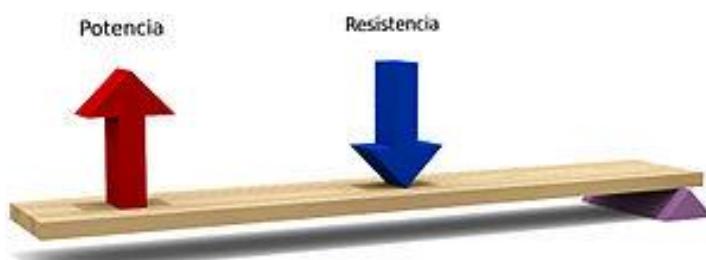
Según la posición relativa de sus componentes , las palancas se llaman de primero, de segundo y de tercer tipo

La palanca de primer tipo se reconoce en que el punto de apoyo se halla entre la potencia y la resistencia. (PAR)

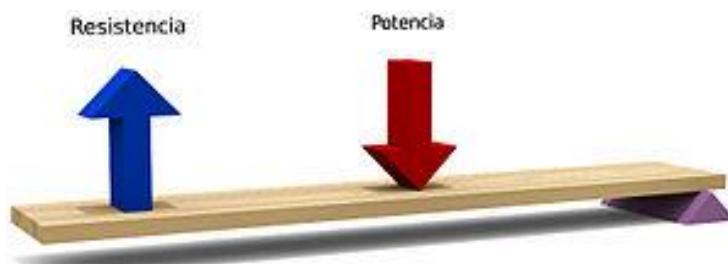


12

En la de segundo tipo, es la resistencia la que se halla situada entre el punto de apoyo y la potencia.(ARP)

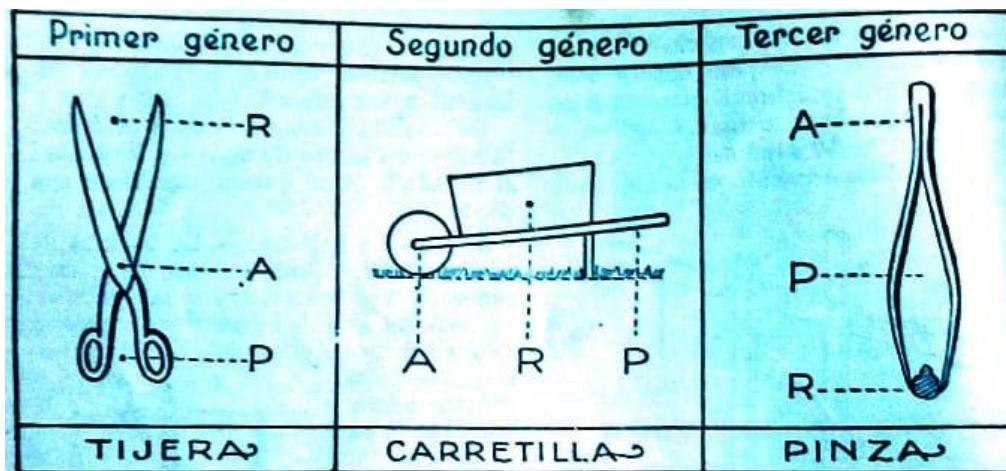


En las de tercer tipo, es la potencia la que se halla situada entre el punto de apoyo y la resistencia.(APR)



Una fuerza aplicada perpendicularmente a una palanca y multiplicada por su distancia desde el punto de apoyo de la palanca (la longitud del brazo de palanca) es lo que se llama torque.

Si la cantidad de torque es igual que la resistencia, la palanca estará en equilibrio. Si es mayor, venceremos la resistencia



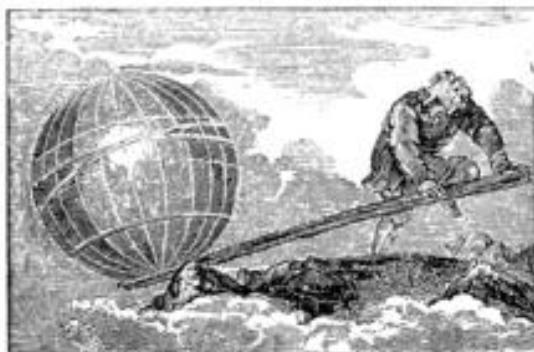
En las palancas de primer tipo, los brazos de resistencia y de potencia pueden ser iguales. En las de segundo o tercero tipo son forzosamente desiguales.

Observe que en la palanca de 1er. y 2do. tipo cuanto más largo es el brazo de potencia menor es el esfuerzo que se debe hacer para equilibrar una resistencia determinada; pero se pierde velocidad: los movimientos se hacen más lentos puesto que la amplitud aumenta.

Observe que en la palanca de 3er. tipo no se gana en el esfuerzo, al contrario; pero en cambio se gana en velocidad o comodidad

Se atribuye a Arquímedes la frase:

"Denme un punto de apoyo y levantaré el mundo".



¿Qué quería significar con ello?

En todos los movimientos de los animales, los músculos, son los encargados de mover los huesos que obran como palancas, facilitando o multiplicando la eficacia de los desplazamientos que con sus contracciones provocan.

Al examinar los movimientos encontraremos repetitivamente los tres tipos de palanca

14

Palanca de primer tipo.

Por ejemplo, examinemos la articulación de la cabeza con la columna vertebral. El punto de apoyo está en la primera vértebra cervical o atlas¹. La resistencia la constituye el peso de la cabeza que tiende a caer hacia adelante; la potencia es el esfuerzo necesario para mantenerla erguida o para llevarla hacia atrás, levantándola.

Este esfuerzo lo realiza el músculo trapecio y el grupo de los llamados músculos de la nuca.

Palanca de segundo tipo.

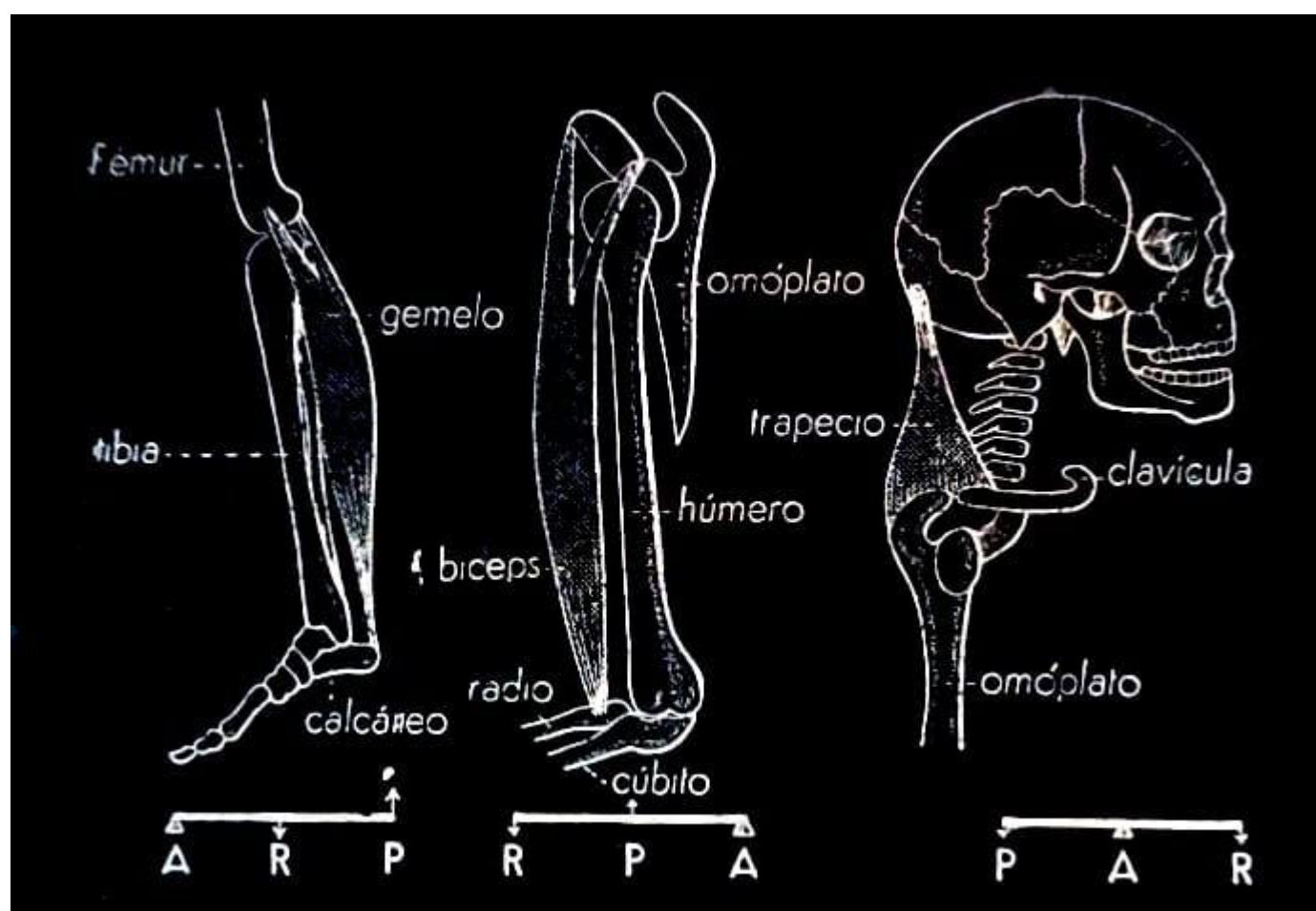
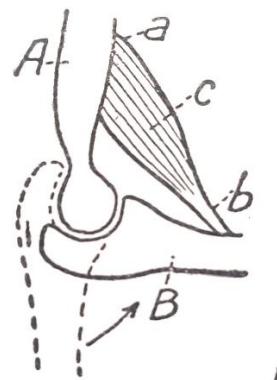
Si observamos la acción de levantar los pies y examine la articulación de la tibia con el tarso, el punto de apoyo está en los dedos que se apoyan en el suelo; la resistencia es el peso del cuerpo y la potencia necesaria para alzarlo, es suministrada por la contracción de los músculos gemelos situados detrás en la pantorrilla, que tiran del calcáneo (hueso del talón) hacia arriba.

Palanca de tercer tipo.

Mirando la articulación del codo, que permite la flexión del antebrazo sobre el brazo.

El punto de apoyo es el codo, la resistencia es el peso del antebrazo y lo que pudiera sostener, mientras que la potencia está representada por el esfuerzo que realiza el músculo del brazo, el biceps.

Este, al contraerse, flexiona el antebrazo y lo lleva sobre el brazo.

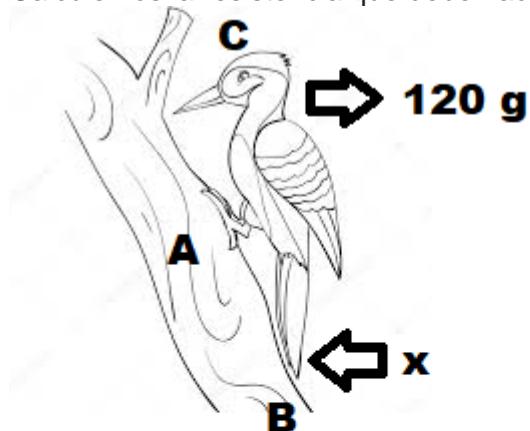


Actividades:

- 1) Cite 3 objetos cotidianos (9 en total) que tengan palancas de I, II y III tipo respectivamente

Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3

- 2) Calculemos la resistencia que debe hacer la cola de un pájaro carpintero si:



16

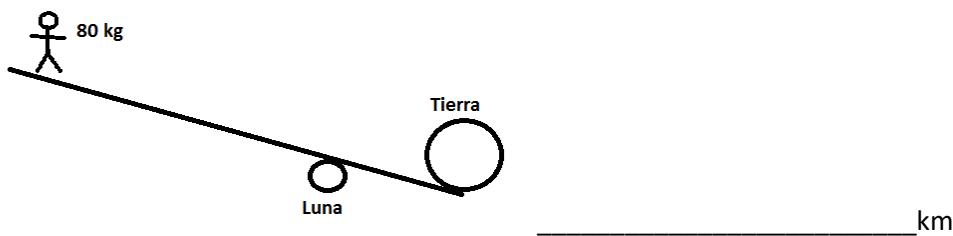
$$\text{dist AB} = 10 \text{ cm}$$

$$\text{dist AC} = 14 \text{ cm}$$

A cuánto equivale x si está en equilibrio?

_____ g

- 3) Supongamos que Arquímedes pudiera tener la Luna quieta para hacer de apoyo y que ésta estuviera a sólo 1 km de la Tierra, y que él pesara 80 kg. Averiguar el largo del brazo de palanca para que pudiera mover (equilibrar) el peso de la Tierra.



MOVIMIENTO: Nadar o no nadar

Cuando observamos al microscopio organismos unicelulares, se tiene la impresión de que algunos de ellos nadan rápidamente. El Paramecio, por ejemplo, mide 0,250 mm de largo y puede sostener una velocidad de unos 3 mm por segundo durante dos horas.



Responde estas preguntas volcando en la hoja los planteos y cálculos

¿Cuántos largos de su propio cuerpo recorre el Paramecio en un segundo?

Compárelo con un automóvil: si un automóvil que mide 4 m recorre 90 km en una hora, ¿cuántas veces recorre su propia longitud en un segundo?

El automóvil recorrería 90 km en una hora: ¿cuánto viajaría el Paramecio en mm en una hora?

En proporción a su tamaño, ¿quién viaja más rápido, el Paramecio o el automóvil?

¿A qué velocidad nada el Paramecio en km/h?

Los movimientos que realiza un animal, generalmente están influenciados o son producto de la respuesta a un estímulo exterior.

Estos movimientos se denominan TAXISMOS (de Taxis= Desplazamiento) y se nombran de acuerdo al factor que lo desencadena.

18

Menciona la etimología como argumentación para tu respuesta

Nombre	Etimología	Factor	Ejemplo de organismo que lo manifieste
FOTOTAXISMO			
HIDROTAXISMO			
REOTAXISMO			
HIGROTAXISMO			
BAROTAXISMO			
QUIMIOTAXISMO			
TERMOTAXISMO			

:

Un pequeño organismo quizás no puede nadar contra la corriente. Esto puede no ser una desventaja: en los océanos y en los lagos hay muchos organismos microscópicos que pasan toda su vida flotando entre las capas superficiales de agua ¿Cómo se denomina a esta comunidad?



Mencionar al menos 5 ejemplos de agua dulce y 5 marinos de ellos.

1)
2)
3)
4)
5)

1)
2)
3)
4)
5)

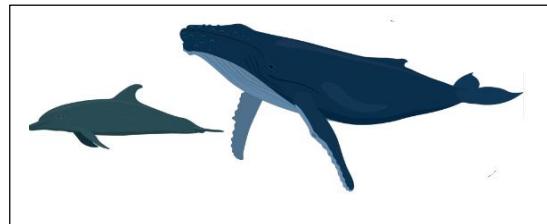
Los animales que tienen músculos pueden moverse más rápidamente en el agua que los organismos unicelulares y también pueden moverse sobre la tierra.

19

El tamaño de los organismos pluricelulares varía desde el de los Rotíferos y los Tardígrados que son tan pequeños como el Paramecio, hasta el de la ballena azul (el animal más grande conocido, que pesa hasta 100 toneladas y mide hasta 30 m de largo).

A qué velocidad nada una ballena azul?

Y un delfín?

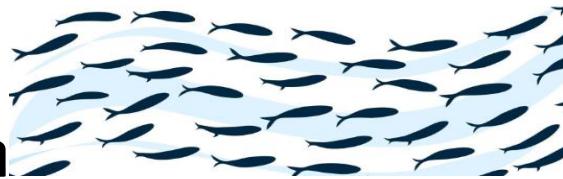


Todos los organismos son unidades o comunidades de células (C de PICERAS) organizadas que constituyen estructuras características por medio de división (R de PICERAS) y diferenciación celulares. El núcleo (el ADN = P de PICERAS) controla la síntesis proteica y, por medio de este proceso, el desarrollo.

Así, la anatomía y fisiología de un organismo es el resultado de su constitución genética, sometida al efecto directo del medio, lo que llamamos **Selección Natural**.

Selecciona y menciona al menos 5 contenidos de secundaria (de cualquier año) en que puedas aplicar lo visto hoy

Presión y flotación



Resnick-Halliday (1998) dicen: "Se acostumbra clasificar a la materia, considerada macroscópicamente, en sólidos y fluidos. Un fluido es una sustancia que puede fluir. Por consiguiente, el término fluido incluye a líquidos y gases. Tales clasificaciones no están siempre bien definidas. Algunos fluidos, tales como el vidrio o la brea, fluyen tan lentamente que se comportan como sólidos durante los intervalos de tiempo en que ordinariamente trabajamos con ellos.

El plasma, que es un gas extraordinariamente ionizado, no entra fácilmente en ninguna de estas categorías; a menudo se le llama un "cuarto estado de la materia", para distinguirlo del estado sólido, del líquido y del gaseoso. Inclusive, la distinción entre un líquido y un gas no está perfectamente definida porque, al cambiar la presión y la temperatura en forma adecuada, es posible transformar un líquido (digamos agua) en un gas (vapor) sin ebullición.

La densidad y la viscosidad cambian de una manera continua durante el proceso."

Sin embargo aquí, definimos fluido, en la forma en que se le entiende comúnmente, y nos interesan solamente aquellas propiedades de los fluidos relacionadas con su facultad de fluir. Por consiguiente, usaremos las mismas leyes fundamentales rigen el comportamiento estático y dinámico tanto de líquidos como de gases a pesar de las diferencias que hay entre ellos, según los observamos a las presiones comunes en la vida diaria.

20

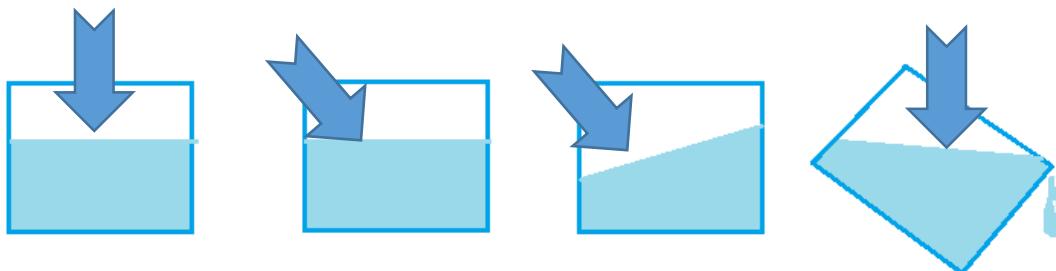
Los fluidos cambian de forma fácilmente y, en el caso de los gases, adquieren un volumen igual al del depósito en que están encerrados.



Hay una diferencia en la forma como una fuerza superficial actúa sobre un fluido y sobre un sólido. Para un sólido, no hay restricciones acerca de la dirección de una fuerza en la superficie, pero para un fluido **en reposo**, la fuerza en la superficie siempre debe estar dirigida **perpendicularmente a la superficie**.



Porque, un fluido en reposo no puede resistir una fuerza tangencial; las capas del fluido resbalan simplemente una sobre las otras cuando se las somete a esa fuerza. Por eso, es precisamente por la incapacidad de los fluidos de resistir tales fuerzas tangenciales lo que les da su propiedad característica de cambiar su forma, o sea, de fluir.

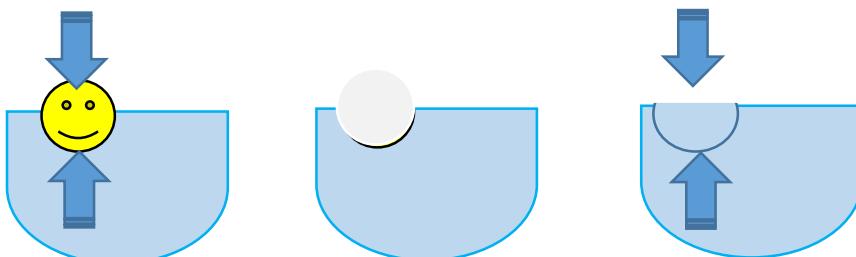


21

Por consiguiente, es conveniente describir la fuerza que actúa sobre un fluido especificando la **presión "p"**, que se define como la magnitud de la **"fuerza normal por unidad de área de la superficie"**.

La presión en cada parte de la superficie del cuerpo no depende del material de que esté hecho el cuerpo.

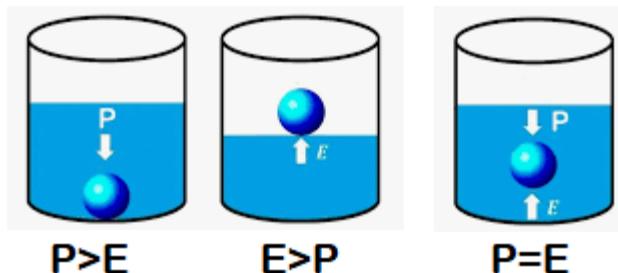
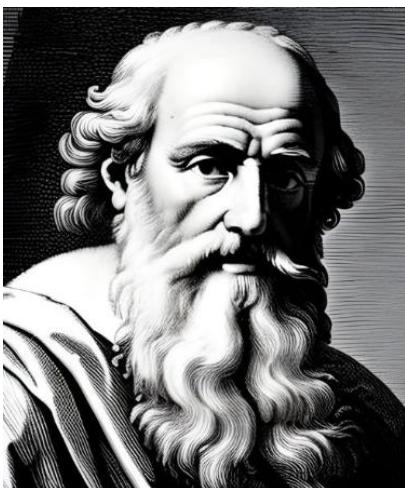
Pensemos un cuerpo introducido en agua, entonces, el cuerpo, o la porción de él que esté sumergida se reemplaza por un fluido como el que le rodea.



Este fluido (el agua agregada) experimentará las presiones que actuaban sobre el cuerpo sumergido y quedará en reposo.

Por consiguiente, la fuerza ascendente resultante que actúa sobre él será igual a su peso y actuará verticalmente hacia arriba pasando por su centro de gravedad.

Así (casi sin quererlo) se deduce el principio de Arquimedes :
"Un cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido sufre un empuje de abajo hacia arriba igual al peso del fluido desalojado por el cuerpo".



P= Peso E= Empuje (ascendente)

Tomemos un momento para saber, ¿Quién era Arquímedes? fue un físico, ingeniero, inventor, astrónomo y matemático griego. Nacido en Sicilia, en 287 a. C., es considerado uno de los científicos más importantes de la Antigüedad. Entre sus avances en física se encuentran sus fundamentos en **hidrostática**, estática y la explicación del principio de la palanca.

Como curiosidad (en griego antiguo: su nombre proviene de "archi" (el que más, preeminencia, dominio) y "emadomai" (preocupación), significaría: "el que se preocupa mucho"

22

Si un objeto pesa menos que el líquido que desaloja, el empuje entonces es mayor que su peso. Esto hace que el objeto flote, porque la fuerza de abajo hacia arriba que recibe es mayor que la de la gravedad (peso).

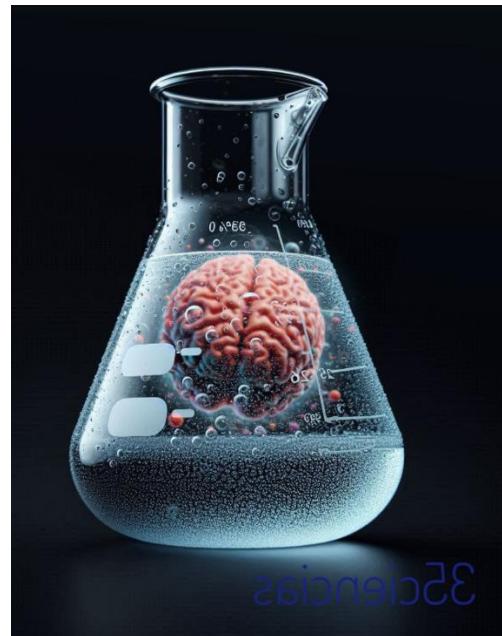
La fuerza actúa verticalmente hacia arriba, pero pasando por el centro de gravedad de la parte sumergida, su centro de flotación.

Pero si la fuerza de abajo hacia arriba que recibe es menor que la de la gravedad (peso). Esto hace que el objeto se hunda.

Sólo si ambos valores son iguales el cuerpo quedará "a media agua", estos efectos son manejados de manera eficiente por los peces y otros animales acuáticos.



¿Cómo demostrarías esto en una clase en secundario? ¿En qué año, materia y contenido lo harías?



Tu cerebro es un órgano que pesa algo más de 1 kilogramo, y para que funcione correctamente debe estar constantemente lubricado y no sufrir golpes, necesita del líquido cefalorraquídeo (LCR).

Este líquido consigue que el cerebro esté constantemente "flotando" en la misma posición.

23

Cómo lo hace?

Qué característica debería tener el LCR, para que el cerebro "nade a media agua"?

Cómo se puede calcular el valor de esa característica? Qué valor obtengo?

El LCR, también llamado líquido cerebroespinal (LCE) es un líquido incoloro que baña el encéfalo y la médula espinal. Circula por el espacio subaracnoideo, los ventrículos cerebrales y el conducto ependimario sumando un volumen de entre 100 y 150 ml,

Tiene varias funciones de las que destacan:

1. Actúa como amortiguador protegiendo de traumatismos al sistema nervioso central.
2. Proporciona al encéfalo el soporte hidroneumático necesario contra la excesiva presión local.
3. Sirve como reservorio y ayuda en la regulación del contenido del cráneo.
4. Elimina metabolitos del sistema nervioso central.
5. Sirve como vía para que las secreciones de la epifisis lleguen a la hipófisis.
6. Transporta algunas sustancias al encéfalo (en menor medida).
7. Permite el diagnóstico de diversas enfermedades neurológicas, y constituye una vía de entrada para la anestesia peridural.

Se produce a razón de 0.35 mL/minuto o 500 mL/día. Como un adulto tiene 150 mL de LCR, este se renueva completamente cada 3 o 4 horas. El excedente desemboca en los vasos.

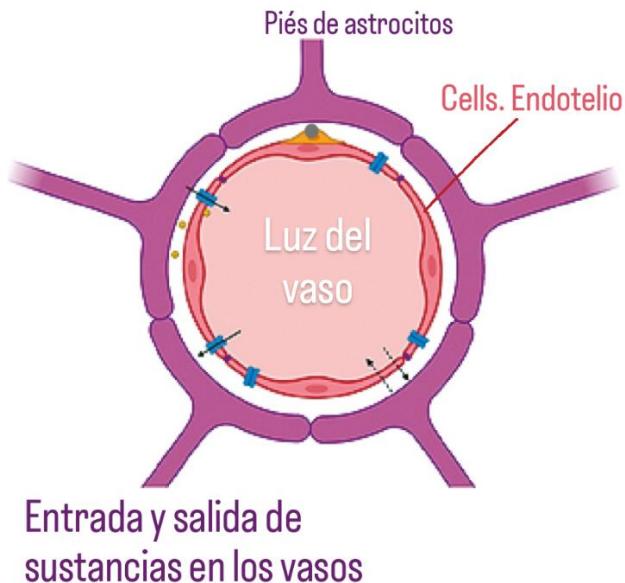
La teoría hidrodinámica del líquido cefalorraquídeo (LCR) postulada por Weed-Dandy-Cushing en el siglo XX propone la producción, circulación y reabsorción del líquido cefalorraquídeo en un sistema llamado la "tercera circulación" que simula el sistema circulatorio.

Esta teoría muchas veces es insuficiente para explicar ciertos problemas clínicos y su principal problema sería que el LCR no circula como lo hace la sangre, sino que es más de tipo pulsatil.

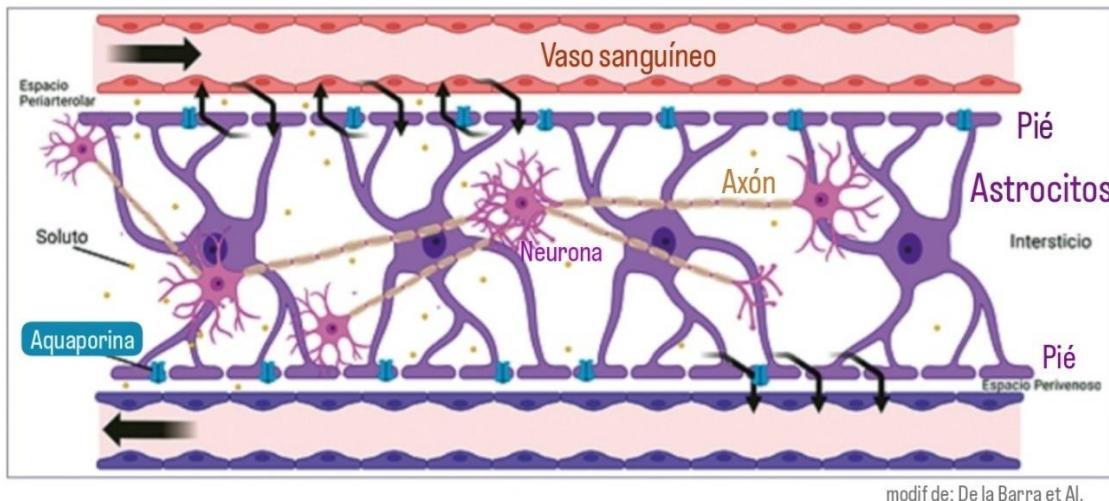
Una nueva hipótesis¹ incluye más factores en la hidrodinamia, pero entendiendo que este sistema no escapa de las leyes biofísicas que rigen el resto del cuerpo humano y explica mejor, desde otro punto de vista, los mismos fenómenos.

Introduce además al sistema glinfático (SG) como una vía por la cual a través del espacio perivascular el cerebro puede desechar ciertas sustancias nocivas o excedentes y así permitir el mantenimiento de la fisiología normal del Sistema Nervioso Central.

24



Corte transversal de un vaso sanguíneo en el SNC.



Corte longitudinal de un vaso sanguíneo en el SNC.

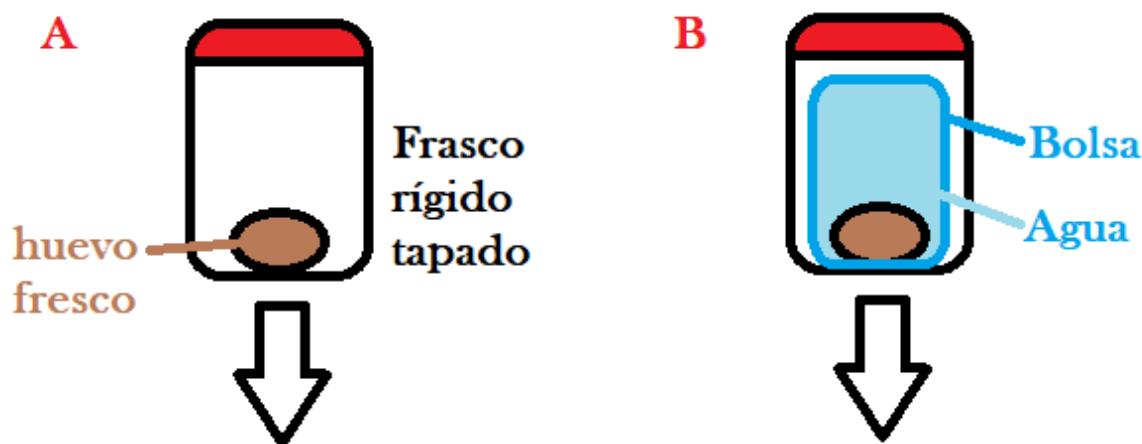
¹ de Bulat, Klarika y Oreskovic

Actividad: Toma 2 huevos frescos, coloca uno (A) dentro de un recipiente con tapa (preferiblemente metálico o de plástico no elástico). Dejalo caer de una altura de 1,5 m aprox. Observa y describe. El otro huevo (B) colocalo en una bolsa de polietileno y a su vez en el mismo recipiente (o uno igual) rellena la bolsa (donde está el huevo) con agua, anudala y cierra el envase. Dejalo caer de la misma altura.

25

Observa, describe y compara con la experiencia anterior.

Hay diferencias? A qué se deben? Como asociarías este experimento al cerebro?



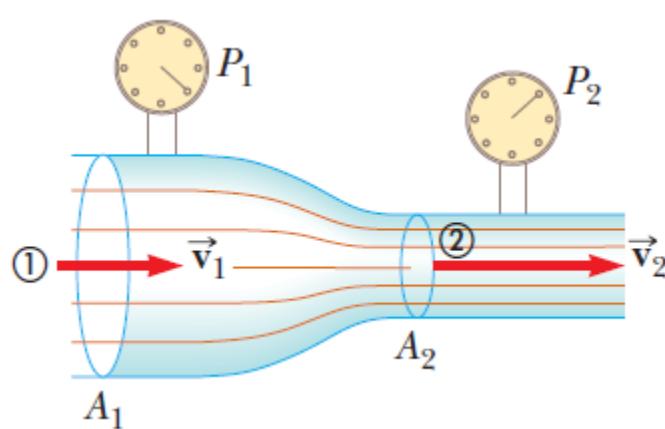


PRESIÓN y PRESIONES

La **ecuación de continuidad de los fluidos** dice, en pocas palabras, que “*La velocidad del flujo varía en razón inversa al área de la sección transversal del conducto*”, siendo por lo tanto mayor en las partes más angostas del tubo.

Por otro lado, el **Principio de Bernoulli**, nos dice que a mayor velocidad de un líquido es menor la presión que ejerce sobre las paredes del tubo.

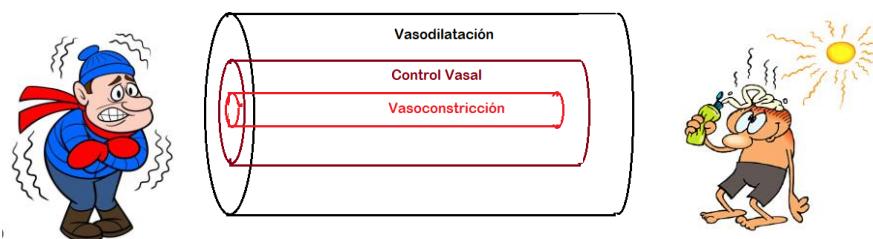
Analice esta imagen en relación a los dos enunciados anteriores



26

El organismo puede, de manera automática, producir **VASODILATACIÓN = VD** (aumento del calibre) o **VASOCONSTRICCIÓN = VC** (disminución del calibre) en un vaso sanguíneo.

Factores externos pueden también producirla, el Frío produce VC periférica (miembros y piel) por eso cuando tenemos frío sentimos las manos y los pies más fríos. El Calor produce VD periférica, favoreciendo el intercambio de calor por evaporación de sudor o perspiración. Por eso cuando tenemos calor se tornan rojas las manos y la cara.



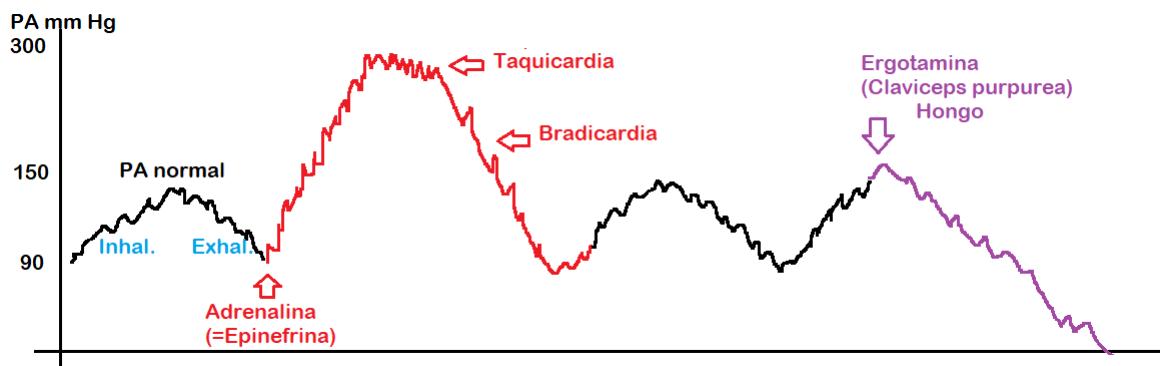
En los animales la **Presión Arterial** (PA) es la definida como el efecto que realiza la sangre (o líquido circulante) sobre las paredes de las arterias y viceversa.

Como caso particular en el humano se toma la PA promedio como:

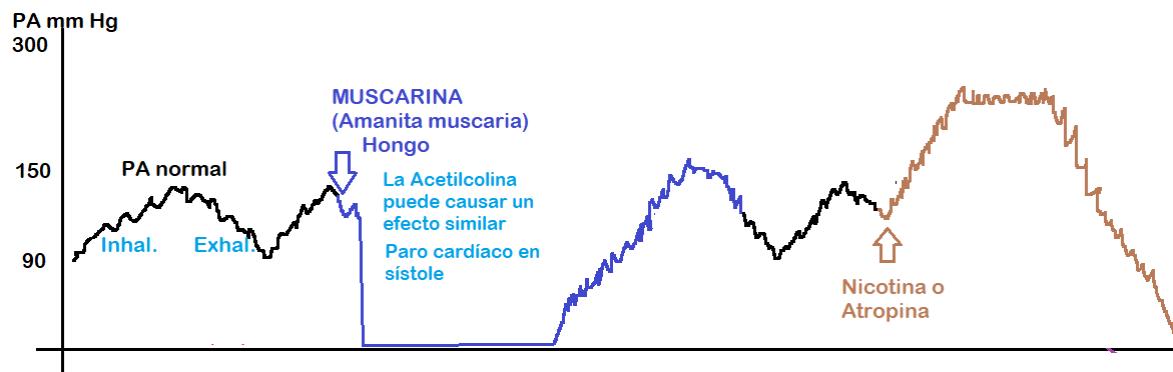
MÁXIMA (sistólica) de 90 a 130 mm Hg

MÍNIMA (diastólica) de 60 (puede ser hasta 45 en mujeres) a 90 mm Hg (**No superar estos valores**)

Analice estos gráficos y la influencia de algunas sustancias sobre la PA



27

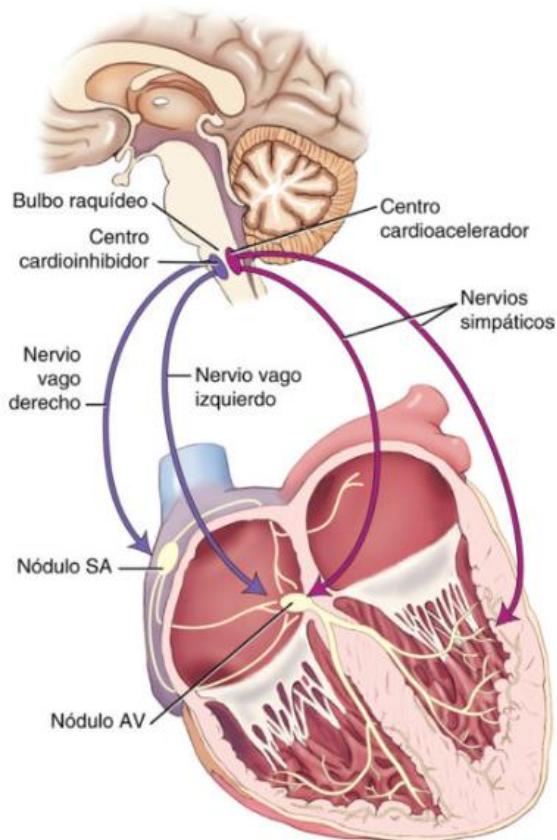


El control nervioso del Sistema Cardiovascular es de suma importancia

Fundamentalmente regido por el SNA siendo la parte del **S.N. Simpático** el encargado de AUMENTAR la Frecuencia, el Vol.min.Cardíaco, la VD (muscular, bronquial y coronaria), ya que este sistema **prepara al individuo para la lucha o la huída**.

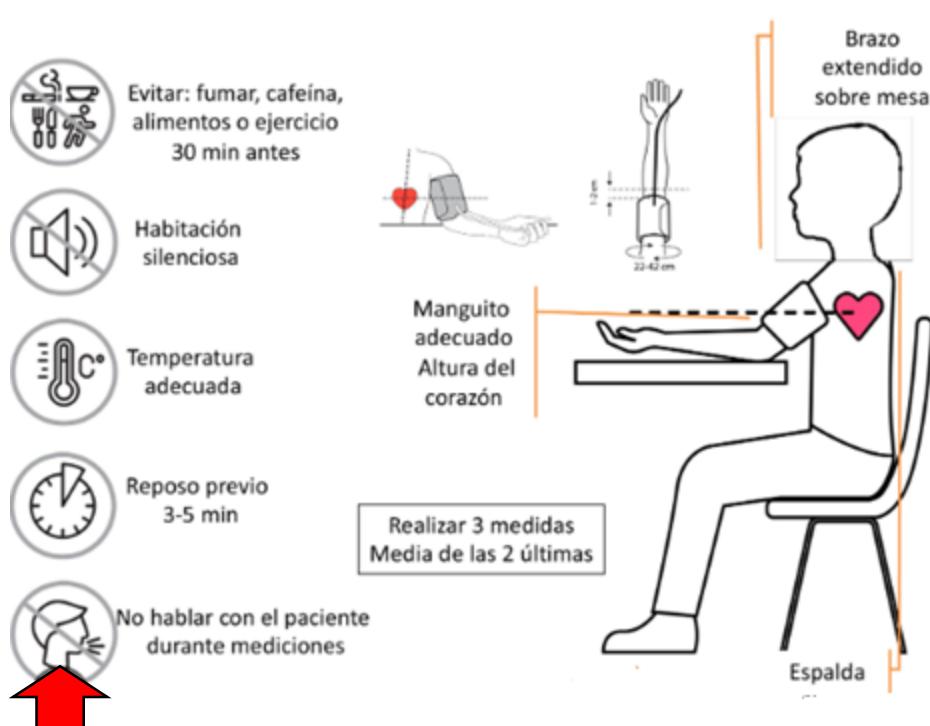
Mientras que el SN Parasimpático, disminuye estos parámetros.

En el corazón el Nódulo Auriculoventricular y el Sinusal (o Sinoauricular) son los encargados de regular la frecuencia cardíaca y la PA, a ellos llega la información desde el Bulbo Raquídeo.



28

La medición de la PA debe realizarse de manera adecuada para obtener un dato real, por ello se deben tener en cuenta estas recomendaciones



HIDRODINÁMIA y RESPIRACIÓN

El intercambio gaseoso es un fenómeno de superficie y como tal lo abordamos, pero toda la “mecánica respiratoria” se basa en 3 etapas fundamentales

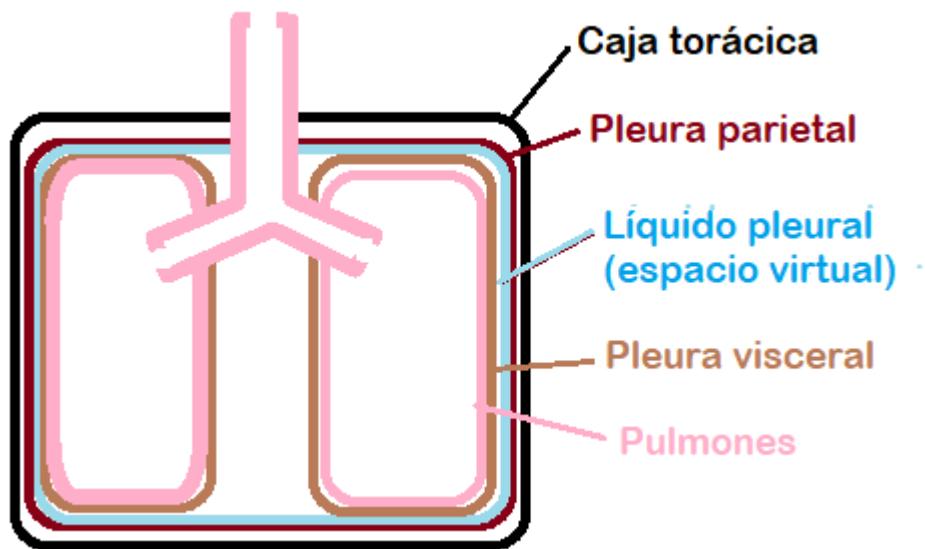
1. Ventilación (pulmonar, branquial, y de otras superficies respiratorias)
2. Intercambio gaseoso (Hematosis)
3. Respiración celular (que no trataremos aquí)

La regulación de la mecánica respiratoria está regida por factores físicos, químicos y biológicos, así podemos mencionar una regulación nerviosa, una referida al pH y las concentraciones de gases y otras a la difusión de los gases y los volúmenes implicados.

En los organismos pulmonados la ventilación pulmonar se divide en dos INSPIRACIÓN (o INHALACIÓN) y ESPIRACIÓN (o EXHALACIÓN)

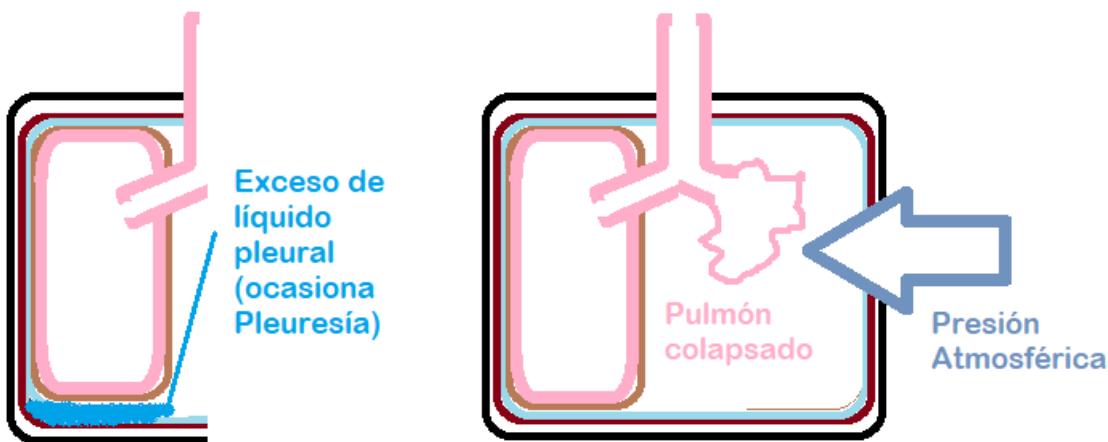
Las condiciones necesarias para que se produzca son:

1. Expansión y retroceso de la “jaula torácica”
2. Elasticidad del tejido pulmonar
3. Solidaridad tóraco-pulmonar (llamada Complianza), producida por Tensión superficial.



29

De la misma forma en que dos vidrios mojados parecen adherirse, por la tensión superficial, la pleura parietal y la visceral se acompañan en el movimiento por el mismo fenómeno.



Cuando por una infección o trauma se produce una inflamación de las pleuras (=Pleuresía = Pleuritis), estas pueden producir un exceso de líquido (edema) lo que en primera instancia provoca el “despegue” de las pleuras (corta la Complianza) esto hace que el pulmón no se deslice de forma suave (lubricada) dentro de la caja torácica y esto trae dolor al respirar.

Cuando el aire atmosférico penetra entre las dos pleuras (Neumotórax) el pulmón no puede expandirse ya que se despega de la pleura visceral y además la presión interna no le permite la inspiración (inhalación). El aire atmosférico puede entrar en la caja torácica por un trauma (ej: punción con arma blanca o bala) o por perforación espontánea o patológica del pulmón.

30

Cuando el diafragma baja para producir una inspiración, aumenta el volumen de la caja torácica disminuyendo su presión interna →

Como las pleuras viscerales acompañan a las parietales los pulmones se dilatan, lo que produce dentro de ellos una presión negativa ↗

Que obliga al aire a penetrar en ellos (por la nariz o la boca).

En una inspiración normal el diafragma baja (como promedio) 1 cm y su superficie es (en los humanos) de 270 cm^2

¿Qué volumen de aire extra entra en los pulmones por este proceso?

Si el aire que entra en una inspiración normal es de 500 ml, ¿cuánto se debe a la dilatación lateral del tórax?

Para la dilatación del tórax (Inspiración) existen varios músculos relacionados (Pectorales, Serrato, Trapecio, etc.), mientras que para la Espiración no hay músculos implicados (sólo la relajación de los anteriores), para inspiración forzada los intercostales internos y los abdominales.

VOLÚMENES PULMONARES

Los volúmenes pulmonares se pueden obtener por Espirometría, utilizando un “Espirómetro” que es un aparato que mide el volumen de aire intercambiado con el medio.



31

Volumen Corriente: Es la cantidad de aire que entra (o sale) en el acto respiratorio (ventilación) normal

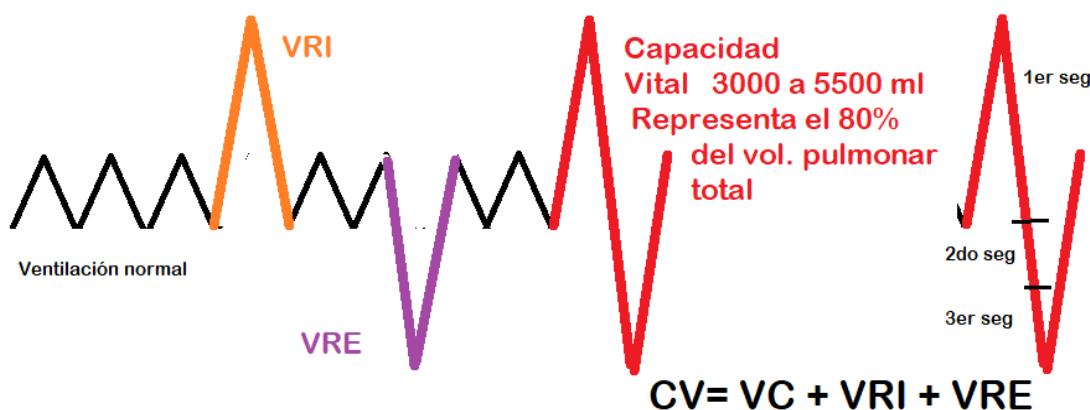
500 ml

Vol. De Reserva Inspiratoria: Luego de una exhalación normal, es el máximo volumen que puede ingresarse de forma forzada

2000 ml

Vol. De Reserva Espiratoria: Luego de una inhalación normal, es el máximo volumen que puede eliminarse de forma forzada

2000 ml



Capacidad vital Es la suma del VC + VRI + VRE

3000 a 5500 ml

Volumen Residual: Es el aire que queda en los pulmones después de una espiración forzada. NO se puede sacar. Representa el 20% del Volumen total (aprox 1000 ml)

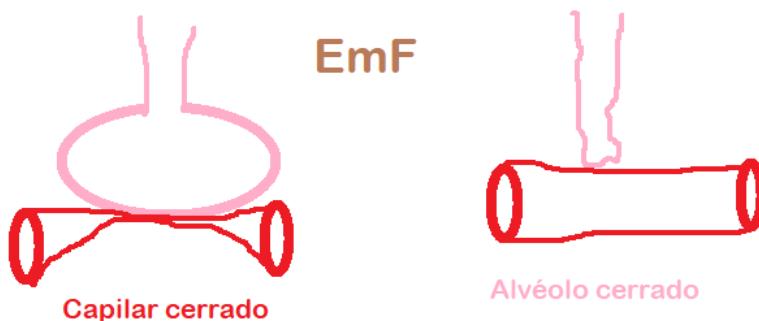
Espacio Muerto Anatómico (EmA): Es el volumen de aire atrapado en las vías respiratorias (tráquea, bronquios, etc.) que no cumple con la Hematosis.

VC – EmA = Vol. de Ventilación Alveolar Efectivo

500 ml – 140 ml = 360 ml

Esto nos muestra la eficiencia de nuestro sistema respiratorio y realmente la escasa cantidad de aire que utilizamos.

Aunque en realidad aún debemos restarle el llamado **Espacio muerto Fisiológico (EmF)** que se produce cuando naturalmente encontramos algunos capilares o alvéolos cerrados.



32

Volumen Minuto Respiratorio (VMR) Es la cantidad de aire que pasa por los pulmones en un minuto

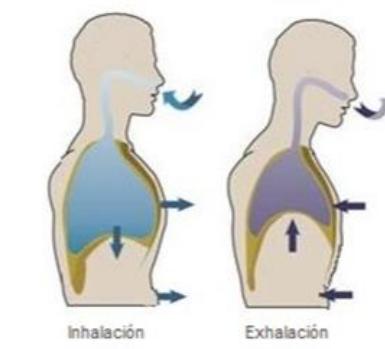
VC x Frec Resp = VMR de 6000 a 8000 ml

Cuál es la Frec Resp ? =

TIPO RESPIRATORIO

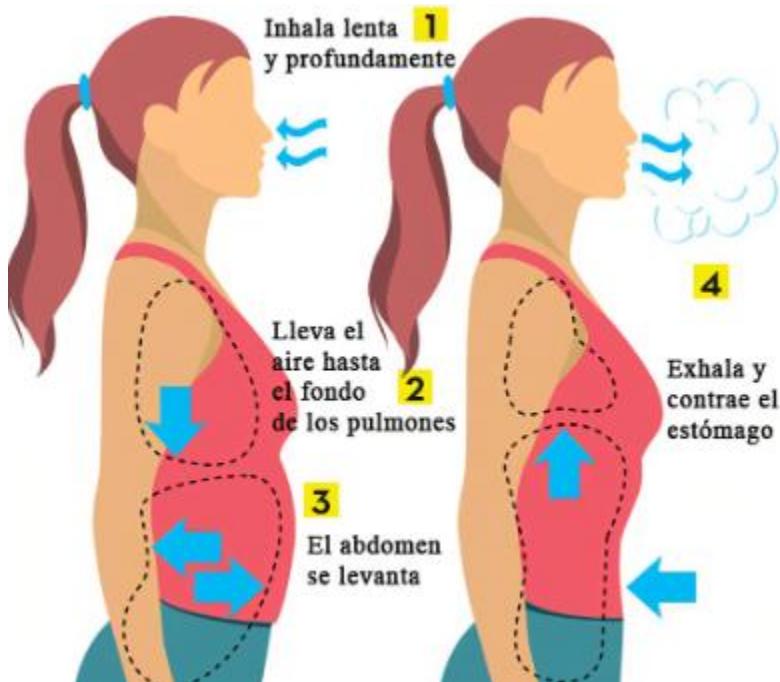


Respiración Abdominal (Mayoría hombres)



Respiración torácica (mujeres)

La respiración abdominal es más eficiente, pero las mujeres genéticamente tienen respiración torácica (es adaptativa para el embarazo), aunque pueden aprender a realizar la Resp. Abdominal.



ALGO DE NOMENCLATURA RESPIRATORIA

33

EUPNEA : Resp normal

APNEA: Paro respiratorio (voluntario o no)

TAQUIPNEA: Mayor freq resp +21

BRADIPNEA: Menor freq resp -10

HIPERPNEA: Aumento en la profundidad de la respiración

HIPERVENTILACION: Hiperpnea + taquipnea

DISNEA: Respiración dificultosa a) Subjetiva: Sensación de ahogo b) Objetiva: Aumento del trabajo muscular respiratorio

CIANOSIS: Coloración azulada de piel y mucosas (Hemoglobina no saturada =Hipoxia)

HIPOXIA: Baja en la concentración de oxígeno, varios tipos

- a) Hipobárica
- b) Hipoóxica
- c) Anémica
- d) Posicional
- e) Histotóxica

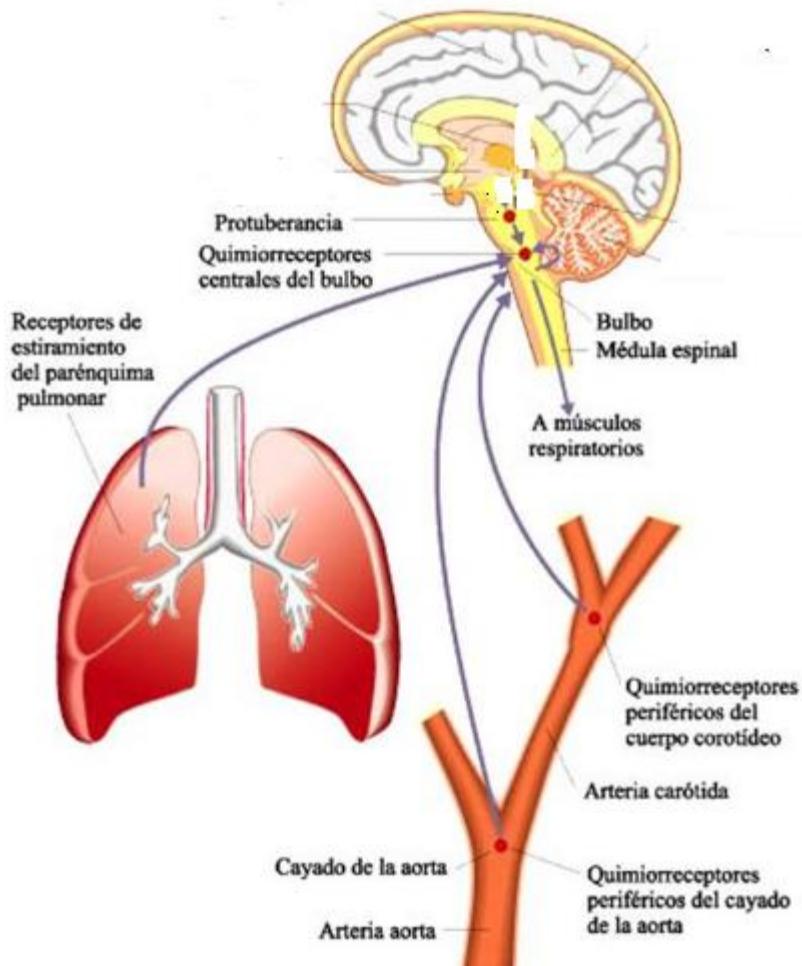
AIRE

Inspirado (Atmosférico) N₂ 78,09% O₂ 20,95% CO₂ 0,03%

Exhalado N₂ 78,09% O₂ 17% CO₂ 3,91% + Vapor de agua

Cant de Oxígeno Transportada en la sangre arterial en un momento determinado: 19 ml.

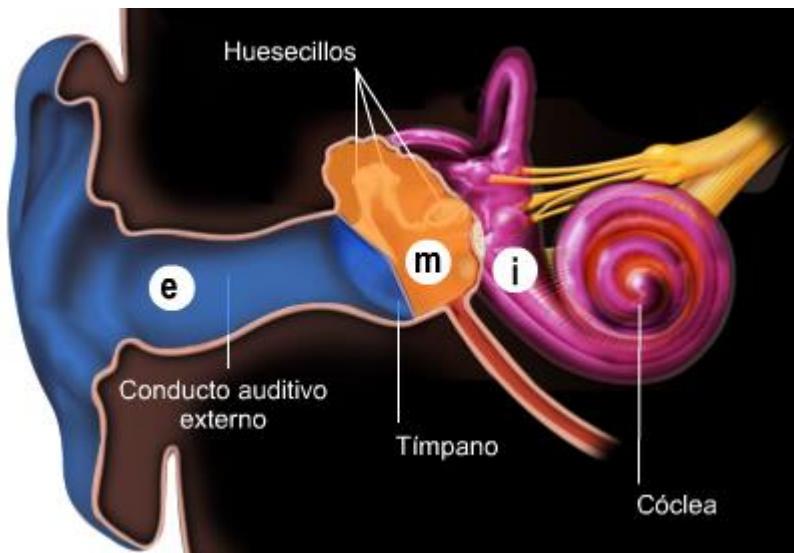
→ La regulación del reflejo respiratorio se realiza por el pH sanguíneo detectado en sensores en el cayado de la aorta. El aumento de concentración de CO₂ en sangre, produce un aumento de ácido carbónico, el cual disminuye el pH sanguíneo. Esto dispara el aumento de la frecuencia del reflejo respiratorio



Acidosis por HIPOVENTILACIÓN la HIPERVENTILACIÓN produce Alacalosis, ambas se regulan por el SNA.

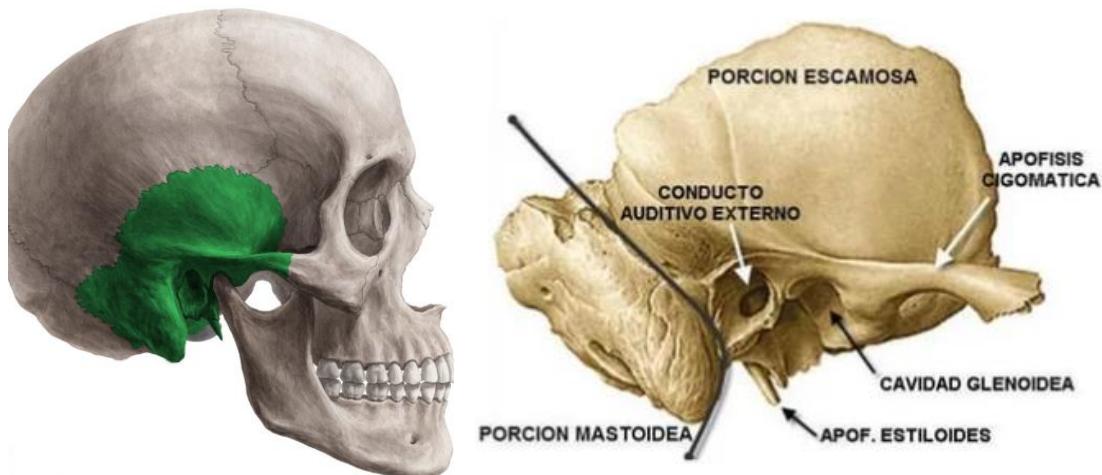
2 en 1

El aparato auditivo es complejo y para su descripción se acostumbra a distinguir en él tres regiones: oído externo, medio e interno



35

alojadas estas dos últimas regiones en el espesor del hueso temporal, que le forma un durísimo estuche óseo.



El oído debe ser interpretado, como un aparato sensorial doble (sitio de 2 sentidos), y debe ser por lo tanto llamado (en su conjunto) como:
aparato fono-estato-receptor, es decir, para el sonido y el equilibrio.

1) **Oído externo.** - Comprende el **pabellón** u oreja formado por un repliegue de la piel y el conducto auditivo externo. Veamos sus partes:



El pabellón recoge las ondas sonoras y dirigirlas hacia el conducto auditivo

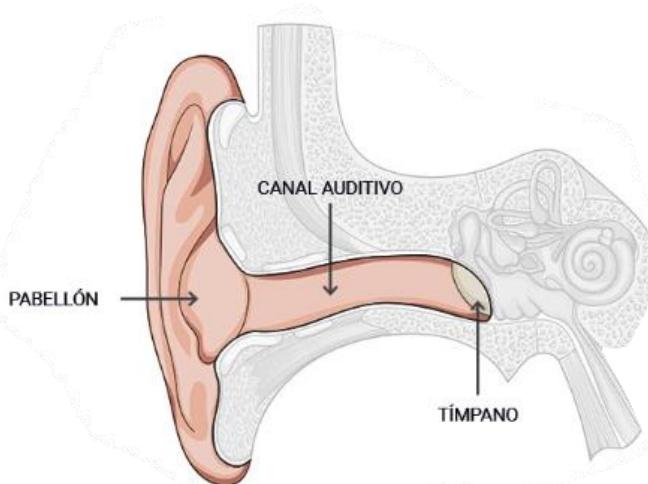
36

En ciertos mamíferos, el conejo por ejemplo, el pabellón es erguido y móvil, pudiendo el animal orientarlo y con ello captar el mayor número de ondas sonoras y determinar su dirección. Algunas veces llevamos nosotros la mano detrás de la oreja para escuchar más atentamente un sonido o un ruido débil, y, en la misma forma proceden habitualmente las personas hipoacúsicas para reforzar la intensidad de los sonidos que llegan hasta sus oídos.



Algunas pocas personas pueden mover las orejas, pero la mayoría, tienen las fibras musculares correspondientes a ese movimiento atrofiadas.

El conducto o canal auditivo externo no mide más de tres centímetros y lleva la vibración del aire hasta la membrana del tímpano que lo cierra por dentro. Sobre su trayecto, se encuentran algunos pequeños pelos que nos advierten (sentimos el movimiento del pelo) de la entrada de cuerpos extraños, sus paredes poseen glándulas cutáneas que segregan el cerúmen o cera.

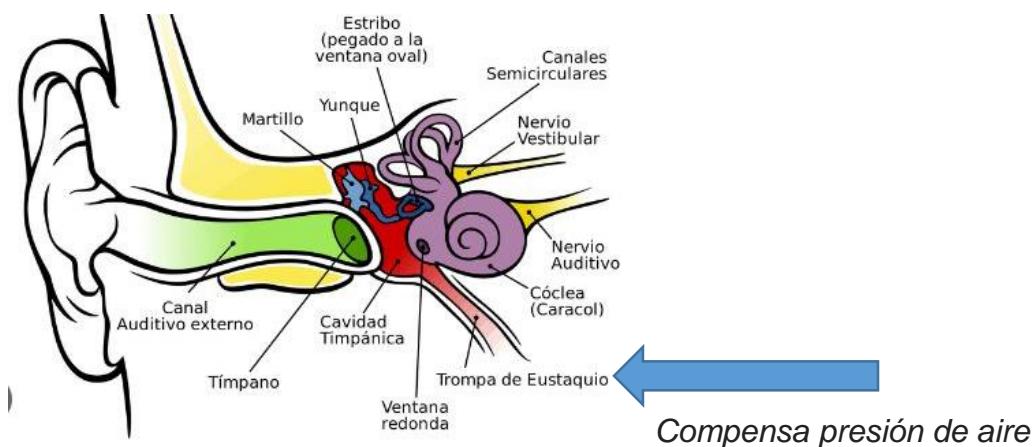


+ Nunca introduzca un instrumento punzante (palillos, horquillas, lapiceras, etc.), pues se corre el peligro perforar membrana del **tímpano** o de provocar una seria infección y riesgo de hipoacusia

37

2. Oído medio. En el oído medio o caja del tímpano existe una cadena de tres huesecillos, el martillo, el yunque y el estribo, llamados así porque recuerdan la forma del objeto cuyo nombre llevan, unen la membrana del tímpano con la membrana de la ventana oval. Un poco más abajo de la ventana oval se encuentra la ventana redonda.

En él desemboca la **trompa de Eustaquio** que comunica esta cavidad con la faringe y por lo tanto, con el aire exterior. Se abren y cierran por movimientos mandibulares (bostezo, deglución)



Cuando estamos resfriados la mucosidad puede obstruir el flujo normal de aire (cierre hipertónico) y causarnos molestia (3 a 5 mm Hg) o dolor (>10 mm Hg) en la diferencia de presión entre el exterior y el interior de la caja timpánica.

Las descompresiones leves en los aviones pueden causar AEROTITIS = **BAROTITIS** (duran 24 hs) y las mayores causan BAROTRAUMA

Alteraciones en los huesecillos causan las llamadas Hipacusias de transmisión.

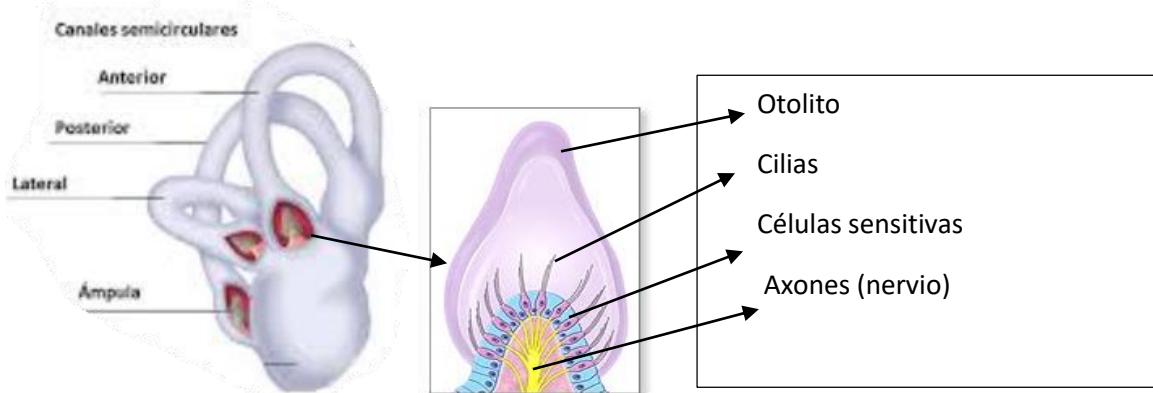
3. Oído interno. En el oído interno se hallan alojados el vestíbulo con sus compartimientos: **elutrículo y los conductos semicirculares** (para el equilibrio) el **sáculo y el caracol** (para la función auditiva).

Por la complejidad de sus formaciones, el oído interno se conoce con el nombre de laberinto y como todos estos aparatos presentan dobles paredes, ósea la más externa, membranosa, la interna, se distingue respectivamente un laberinto óseo y un laberinto membranoso. Entre estas dos paredes existe un pequeño espacio ocupado por un líquido llamado perilinfa. El mismo líquido que llena el interior de los compartimientos del laberinto membranoso, allí se llama endolinfa.

Los conductos semicirculares son pequeños semiarcos ($1\frac{1}{2}$ cm. de diámetro) que presentan la particularidad de ser perpendiculares entre sí siguiendo las tres dimensiones espaciales (x,y,z). el papel que desempeñan en el organismo es asegurar el equilibrio.

Tienen dos partes principales el anillo y la ampolla, ambas llenas con líquido. Dentro de la ampolla se encuentra el Otolito, una concresción calcárea que está fija a un grupo de células ciliadas. En posición normal, estas células se encuentran en reposo, pero al moverse el individuo, la gravedad actúa sobre el otolito y este "tira" de las cílias despolarizando la célula. Este cambio en la polaridad origina un impulso nervioso que viaja al cerebro para re establecer el equilibrio mediante movimientos voluntarios. Si hacemos movimientos repetitivos o giratorios, la inercia del líquido interno lo hace seguir en movimiento y la percepción de movimiento corporal continúa aunque éste haya cesado. El desbalance entre la información de los canales semicirculares (que responden a la aceleración angular) y los ojos produce la sensación de vértigo o mareo.

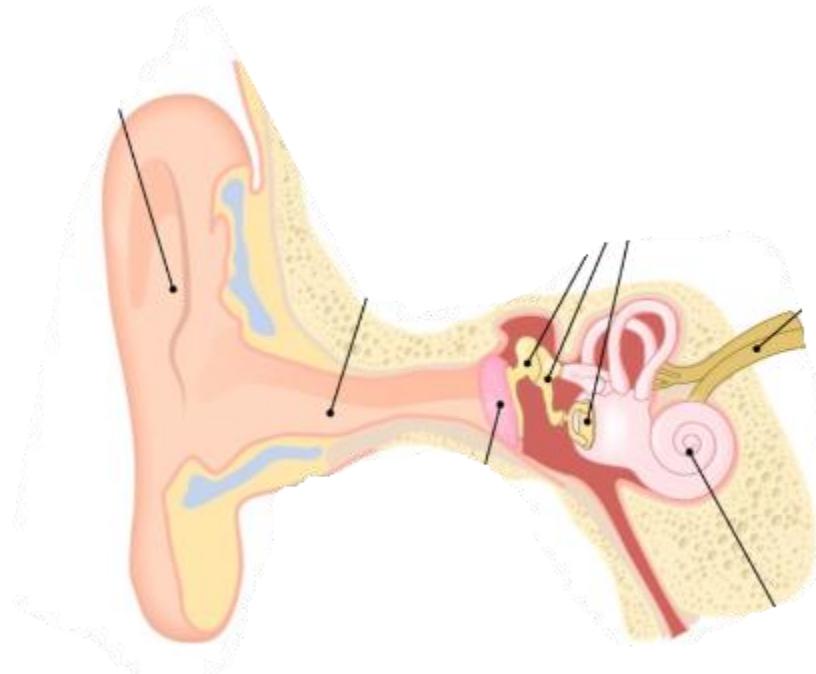
38



La lesión, inflamación, destrucción o ablación de los Conductos semicirculares se traduce por vértigo, mareos y la pérdida del equilibrio

En el interior del caracol se encuentran las células auditivas que están en relación con la rama coclear o auditiva del nervio auditivo. En el interior del sáculo y del utrículo se encuentran dos manchas auditivas, llamadas así porque son dos regiones ricas en terminaciones nerviosas, en relación con la rama vestibular del nervio auditivo y por lo tanto con el sentido del equilibrio.

Completa con referencias



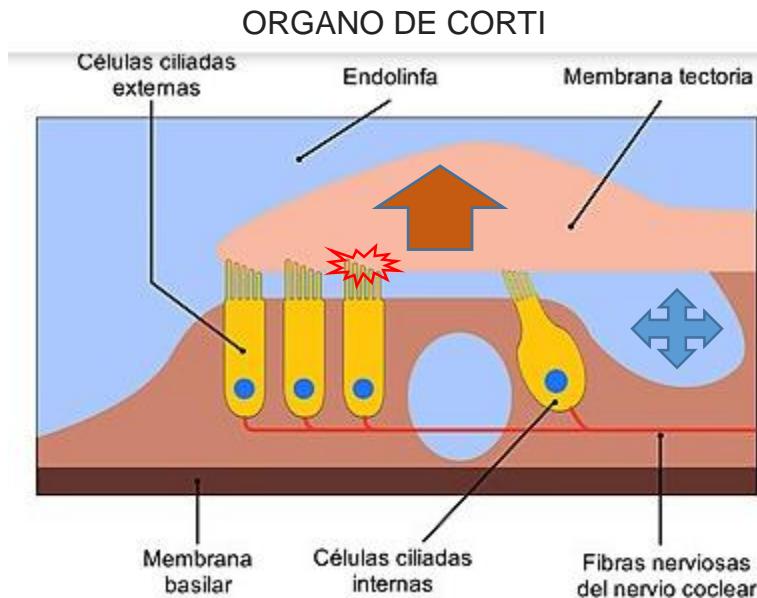
39

Mecanismo de la audición

Las ondas sonoras del aire penetran por el conducto auditivo y ponen en vibración la membrana del tímpano. La cadena de huesecillos actúan como palancas óseas que transmiten y amplifican la intensidad de estos movimientos (*mecánica*) y las comunican a la membrana de la ventana oval, la que al flexionarse hacia el interior determina la formación de *ondas de presión* en la perilíntica y en la endolíntica.

El aumento de presión de estos líquidos (flecha azul) es la que empujan hacia arriba la membrana tectoria (flecha anaranjada) y como las cilias de las células sensoriales auditivas del aparato de Corti, alojado en el caracol, están adheridas a esta membrana, la tracción las despolariza (las excita) y es el nervio auditivo el encargado de transmitir la corriente nerviosa (*bioeléctrica*) al cerebro donde se elaboran las percepciones sonoras.

Recién entonces "oímos" (que es un fenómeno psíquico).



Sonido NO AGRESIVO hasta 80 dB (decibeles)

40

Hablar de 10 a 40 dB

Cuchicheo/secreto 5 dB

Bocinas (autos) hasta 80 dB

Recital 110 a 160 dB

CUIDADO: Cuando nos exponemos a ruidos muy intensos por mucho tiempo (en un Recital?), las células se sobreexcitan y se fatigan, con lo que puede quedar un zumbido que puede durar un tiempo (en casos graves o reiterados ese zumbido puede ser permanente)

Los auriculares que van dentro del canal auditivo externo a alto volumen son peligrosos, se prefieren los que van apoyados en la parte externa de la oreja.



Reflejo COCLEO-PALPEBRAL (ventaja evolutiva) Ante un ruido se cierran los ojos.

TIP MÉDICO: Si se coloca agua helada en el conducto auditivo ext y no hay movimiento ocular = daño cerebral

Proba esto:

Tragá un poco de saliva, pero tapándote la nariz y teniendo al mismo tiempo la boca cerrada.

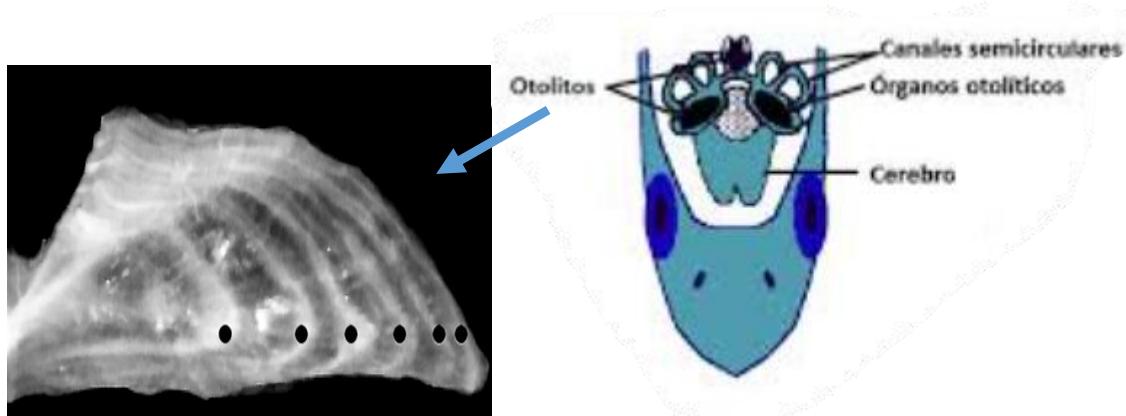
¿Qué repercusión sentís sobre la membrana del tímpano?

Sabías que...

41

Los otolitos de los peces óseos se utilizan en los estudios de paleontología para la identificación de las especies de peces, ya que pueden soportar largos años las condiciones del ambiente. De igual manera, en los estudios de biología trófica (caracterización del régimen alimenticio) los otolitos son utilizados para la identificación de los peces consumidos, pues ni los ácidos, ni la mecánica del estómago del predador logran destruirlos con facilidad.

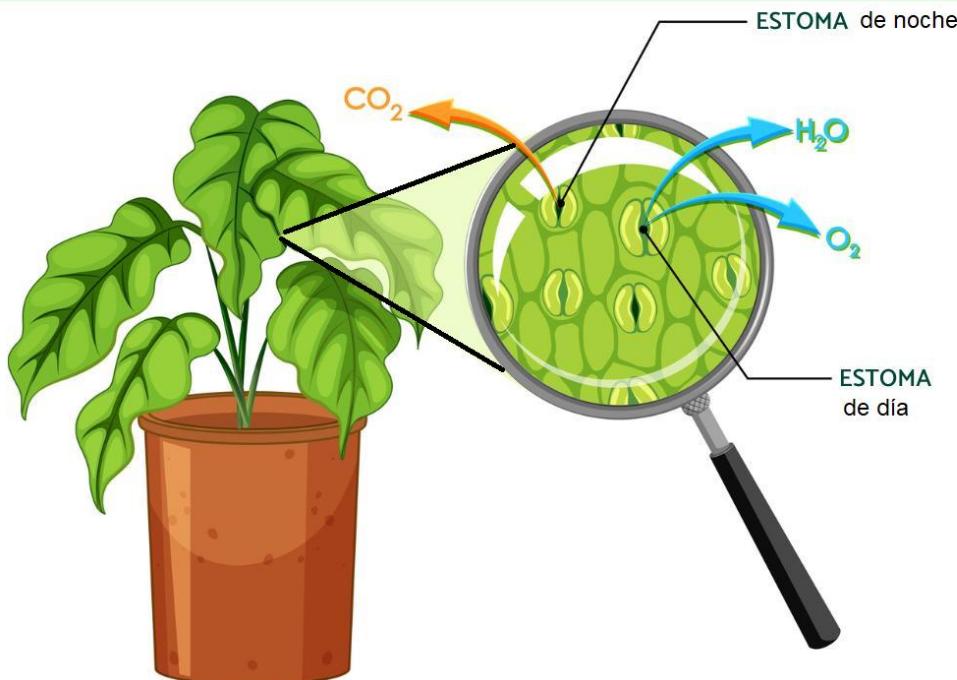
Muchos biólogos dicen que son como "La caja negra" de los peces, ya que los otolitos se desarrollan durante toda la vida del pez, llevando un registro exacto a través de su composición de las principales etapas de su ciclo vital. En particular, se puede observar la presencia en su estructura de anillos de crecimiento llamados *anuli*, que podrían compararse con los que se encuentran en los árboles,



DETERMINANTES FÍSICAS PARA EL INTERCAMBIO GASEOSO EN UNA SUPERFICIE ASIMILATORIA

En una superficie asimilatoria, por ejemplo, en las plantas ocurre un intenso intercambio que se caracteriza por una entrada neta de CO_2 y la salida de O_2 y vapor de agua, durante el día, y durante la noche se invierte este flujo.

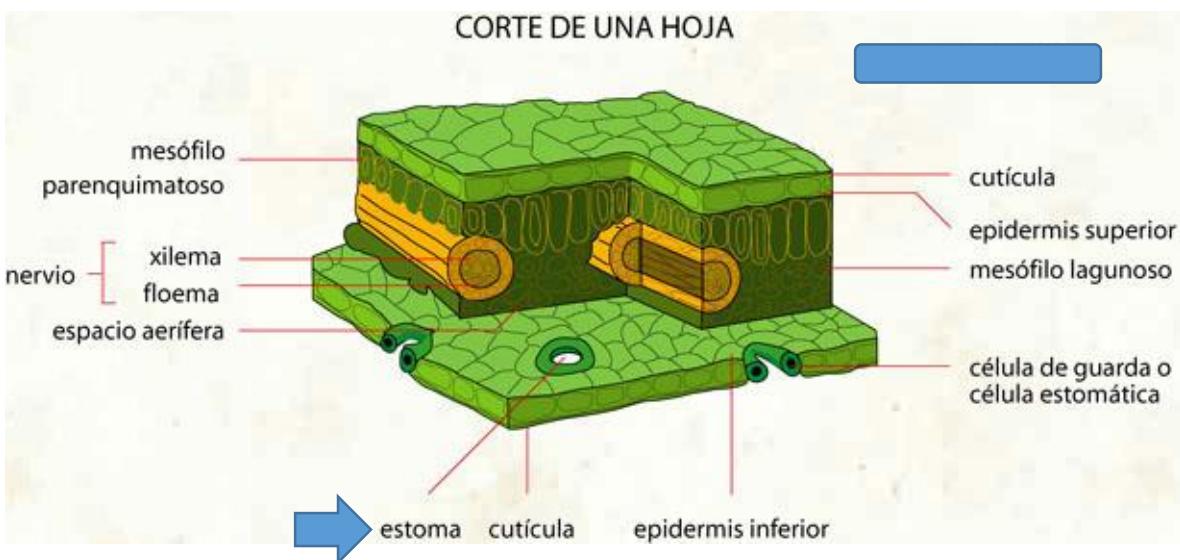
FLUJO DE SUSTANCIAS (mayoritario) POR LOS ESTOMAS (en la epidermis vegetal) A LO LARGO DEL DÍA.



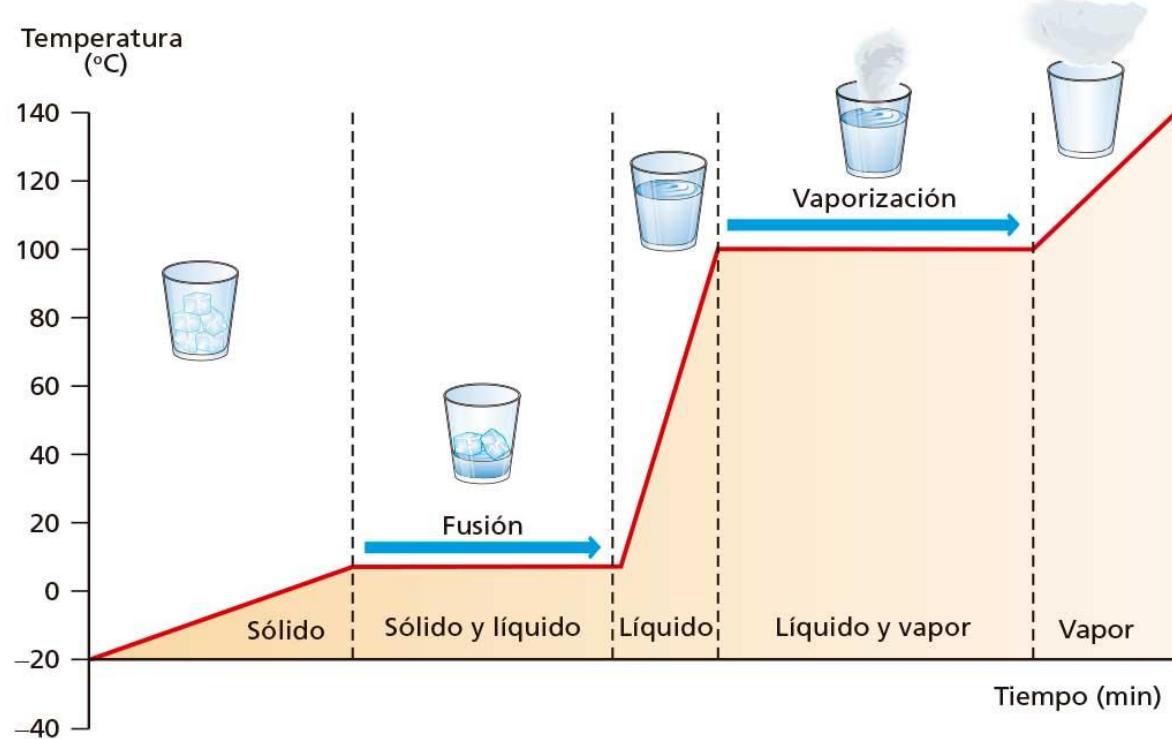
42

La intensidad y dirección de los flujos de CO_2 y O_2 son consecuencia de los procesos de fotosíntesis, glucólisis y respiración mitocondrial que ocurren a nivel celular .

El CO_2 entra en la hoja por los poros estomáticos. La apertura de éstos expone también a las células del mesófilo esponjoso al gradiente de presión del vapor existente entre la hoja y la atmósfera. El flujo de agua que así se produce es un fenómeno acompañante de la fotosíntesis.



Por otra parte, la superficie asimilatoria de la hoja (o tallo) expuesta a bruscos cambios diurnos de la radiación, a la circulación de las masas de aire y a las variaciones rápidas de humedad relativa del aire, hacen variar el volumen de agua que una hoja pierde durante un día soleado es uno de los factores preponderantes de su balance energético por el alto calor específico del agua (la evaporación de 1 g. de agua a 25°C requiere cerca de 580 cal).



La interacción energética de la hoja con su ambiente es esencial pues éste afecta a procesos como la transpiración, la fotosíntesis y el traslado de sustancias (agua y minerales), y explica en gran parte la diferenciación de tipos de tamaño y forma foliares en hábitats de distinto clima condicionadas por una mayor eficiencia en el uso del agua.

Las variables del clima contiguo a la superficie foliar son:

a) flujo radiante, b) temperatura del aire, c) velocidad del viento y d) humedad relativa.

Dentro del clima "foliar" así definido, el intercambio energético hoja-ambiente comprende los siguientes procesos:

- 1) conversión de energía por el metabolismo,
- 2) absorción y emisión de energía radiante,
- 3) intercambio convectivo de calor,
- 4) intercambio de calor latente por evaporación o condensación de agua, y
- 5) conducción.

Esto es diferente en los órganos masivos, suculentos, cuya relación área/volumen es pequeña, como ocurre en los tallos columnares de las cactáceas.

Algo similar ocurre en los animales o en los hongos. Sus superficies de intercambio están a tono con la relación sup/vol.

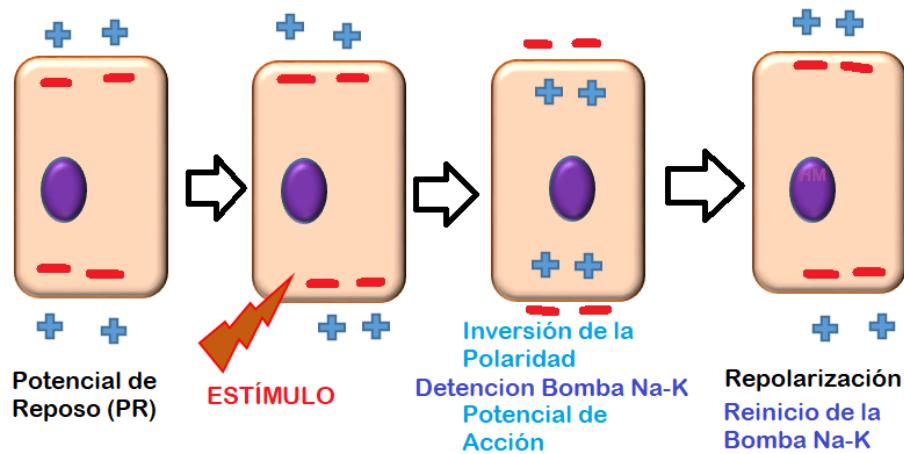
44

Los sistemas circulatorios y respiratorios de los animales terminan en estructuras Fractales, ¿Qué es esto? Y cuál es la ventaja de dicha estructura?

Procesos Bioeléctricos: Todo funciona así

La "E" del enfoque PICERAS, nos habla de la Energía como fuente de todos los procesos vitales, esta energía debe fluir, un sistema vivo debe ser un sistema abierto desde el punto de vista energético. Por ello **NO EXISTEN** procesos mecánicos, metabólicos o de transmisión de estímulos sin previo proceso bioeléctrico.

Todas las células cumplen con esto:

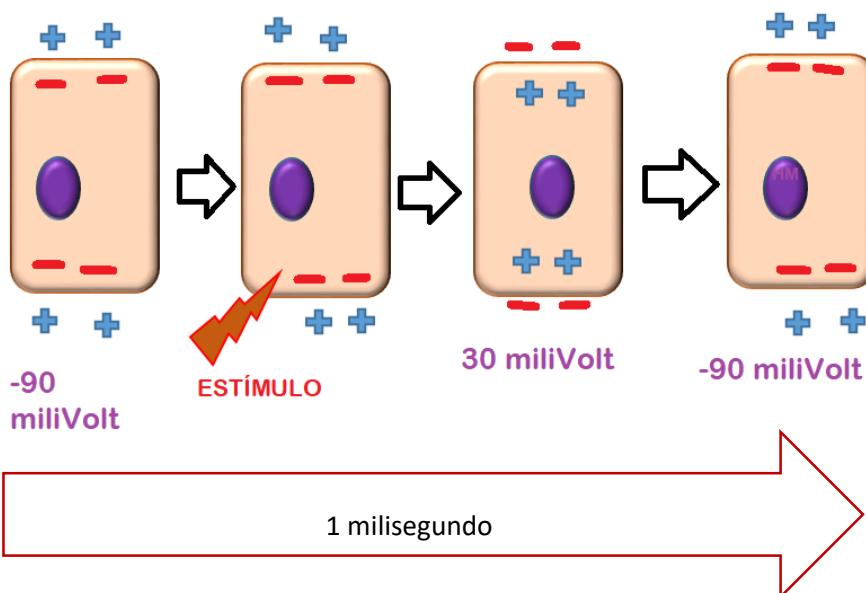


45

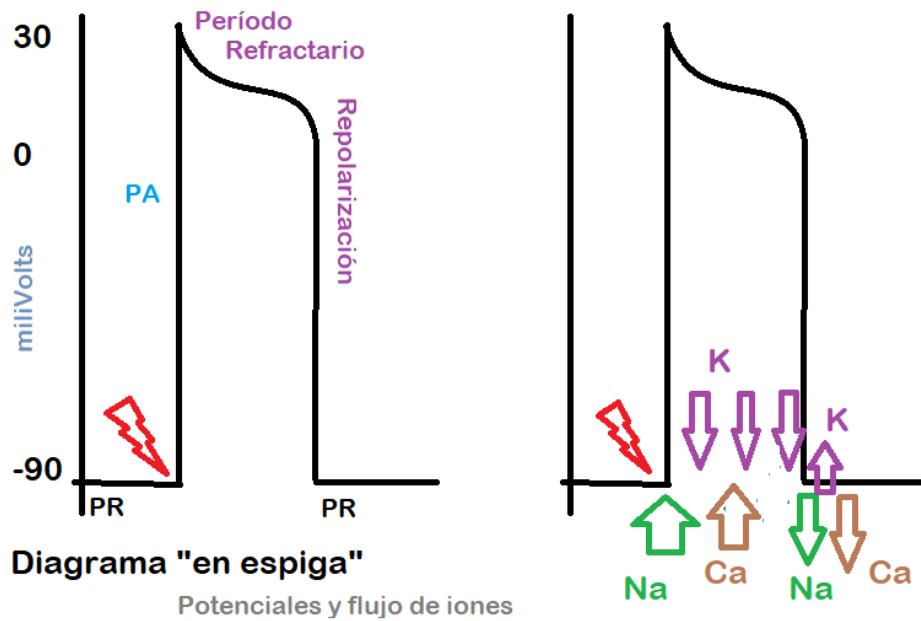
En reposo la célula tiene en su interior 35 miliEqv/l de Na y 115 miliEdiv/l de K, pero en su exterior 142 miliEqv/l de Na y 5 miliEdiv/l de K, lo que le da una polaridad negativa del interior respecto del exterior

Luego del estímulo y por interrupción de la bomba de Na-K, este balance artificial se pierde

Registro de potenciales

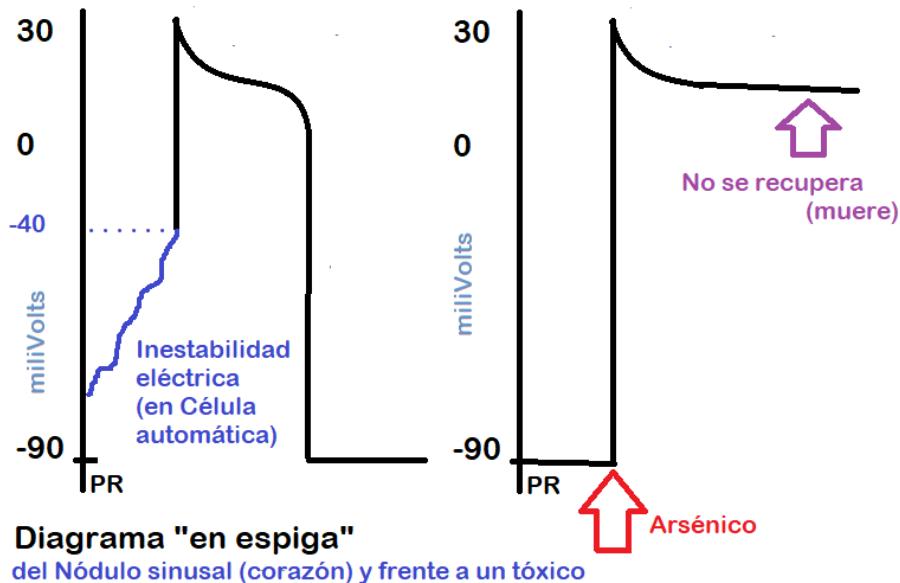


Estos movimientos de iones se pueden registrar con microsensores y dan (en células no automáticas, como en las neuronas) variaciones en la polaridad que pueden registrarse en los llamados “Diagramas en espiga”, como estos:



Entonces para un proceso como la contracción muscular (p.ej. al flexionar un brazo o guiñar un ojo) el cerebro envía por sus axones un estímulo bioeléctrico a la célula muscular, la cual también se despolariza y reacciona contrayéndose. 46

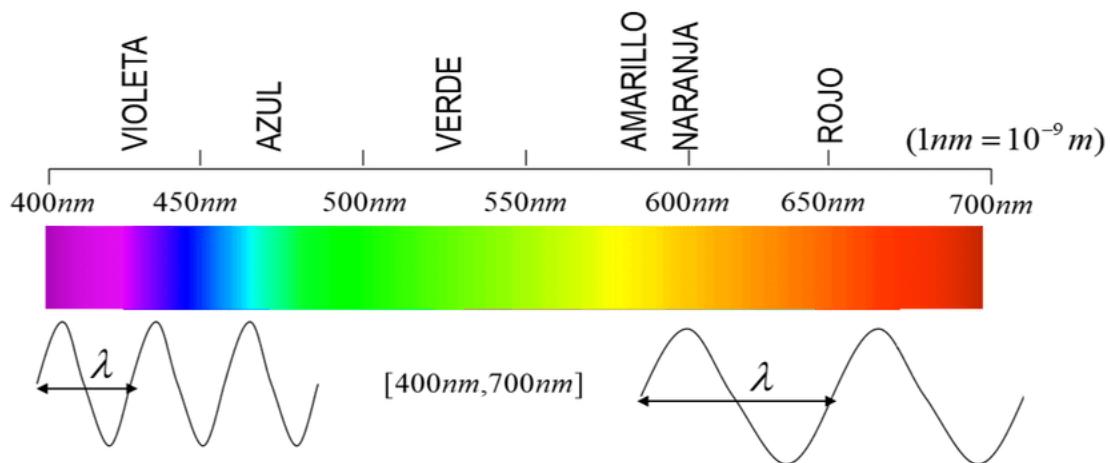
Durante el periodo refractario la célula no puede reaccionar, por más que se la vuelva a estimular.



Piensa cómo explicar otras funciones metabólicas mediante procesos bioeléctricos y busca contenidos de la curricula de secundaria donde puedan aplicarse estos temas.

OJOS Y BIOFÍSICA

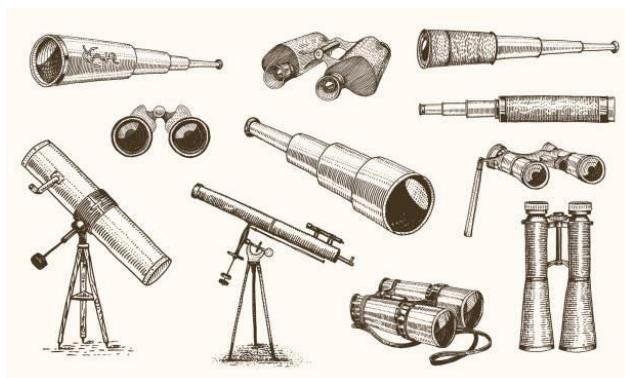
Los ojos son órganos que recogen las longitudes de onda (luminosas)³ capaces de excitar las células nerviosas que están alojadas en la retina. Estas excitaciones (bioeléctricas) son conducidas por el nervio óptico hasta la corteza cerebral donde se traducen bajo la forma de sensaciones o percepciones luminosas.



El sentido de la vista es ciertamente el más importante en nuestra vida de relación. Con la adopción de la posición vertical por parte de los humanos, la vista adquirió la supremacía que hoy tiene y si bien el oído conserva todavía gran importancia, los demás sentidos, han pasado a un segundo o tercer plano.

47

Por otra parte, siempre nos hemos ingeniado desde la más remota antigüedad para aumentar nuestros sentidos, mediante la invención de diversos aparatos: microscopios, micrófonos, telescopios, teléfonos, prismáticos, amplificadores, etc.



³ De 380 a 750 nm promedio. Algunas personas perciben desde 310 a 1050 nm.

El ojo tiene forma esférica y se halla alojado en la órbita o cavidad ósea de la parte anterior del cráneo. Por los orificios que presenta esta cavidad en su pared posterior pasan los nervios y los vasos sanguíneos.



Tres capas concéntricas componen el globo ocular que de afuera adentro son:

1º, la esclerótica, membrana blanca, opaca y resistente, eficaz aparato de protección que aparece exteriormente formando el "blanco del ojo".

48

Por delante se vuelve transparente (= córnea), deja pasar los rayos luminosos.

2º, la coroides es la membrana que lleva los vasos sanguíneos que aseguran la nutrición del ojo. Además contiene una gran cantidad de pigmentos negros que la tapizan totalmente, formando en el interior del ojo una cámara obscura.

Por detrás de la córnea, forma el iris, el disco coloreado, que presenta en su centro un orificio (pupila). La pupila se ve siempre negra por el interior oscuro del ojo.

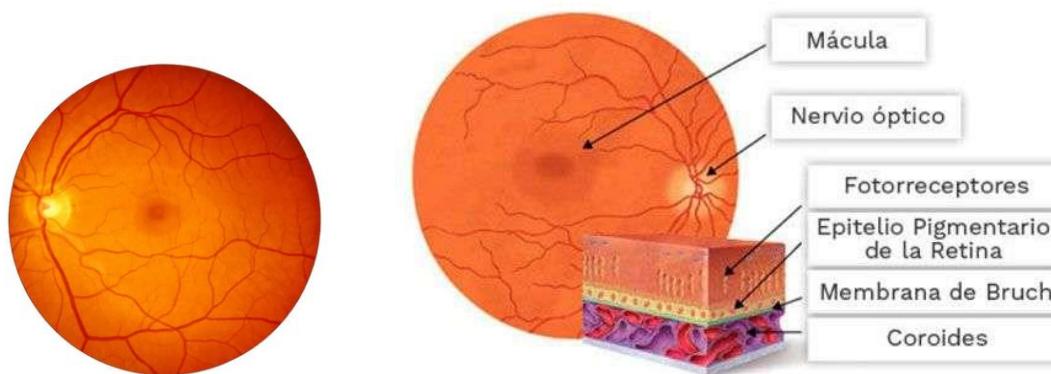
Gracias a sus fibras musculares lisas (involuntarias) el iris puede contraerse o relajarse aumentando o disminuyendo el diámetro de la pupila para regular la cantidad de luz que entra en el ojo.

3º, la retina es una membrana blanquecina, rica en células nerviosas sensibles a las ondas luminosas. Cubre interiormente la parte posterior e interna del ojo.

Mirando hacia la entrada del nervio óptico se encuentran las células visuales (conos y bastones) que son excitables por las ondas luminosas.

El punto en que el nervio óptico penetra en la retina es insensible a las excitaciones luminosas, ya que ahí no hay terminaciones nerviosas, se le conoce con el nombre de punto ciego.

Muy cerca de él, la retina presenta una pequeña zona amarillenta llamada con el nombre de "Mácula lutea" (mancha amarilla); representa la parte más sensible de toda la retina.

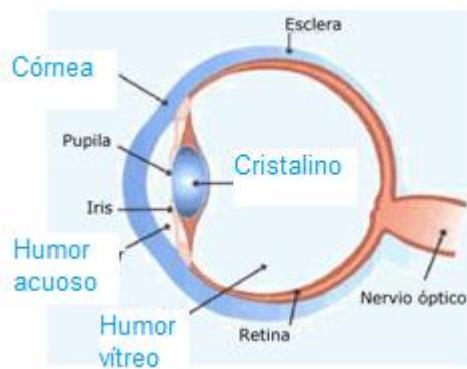


Los rayos luminosos deben atravesar el ojo siguiendo la dirección antero-posterior para ir a excitar las células nerviosas de la retina.

En su trayecto deben atravesar 4 regiones transparentes en el sistema óptico del ojo. Estas son: la córnea transparente; el humor acuoso (entre la córnea y el iris); el cristalino (lente biconvexa más abombada por detrás que por delante y que actúa como la lente de una máquina fotográfica) y el humor vítreo que llena todo el espacio entre el cristalino y la retina.

Los 4 medios transparentes

49



Tanto el humor vítreo como el acuoso son líquidos viscosos transparentes.

Existen órganos de protección del ojo.

Las cejas, que como sabemos son pelos que crecen sobre el borde anterior y superior de la cavidad orbitaria y evitan que el sudor producido en la frente de los humanos caiga sobre el ojo.

Los párpados son repliegues de la piel cuya misión es la de proteger al ojo y repartir uniformemente, mediante un movimiento de parpadeo, la secreción lagrimal a fin de mantener la córnea constantemente húmeda y transparente. Cerca de sus bordes, sobre el lado interno existen muchas

glándulas sebáceas; la solidificación de su secreción, junto a células epiteliales, produce las "lagañas".

Las pestañas que bordean los párpados superior e inferior de los mamíferos, impiden la entrada de cuerpos extraños.

Las glándulas lagrimales situadas en la parte superior del ángulo externo de cada ojo producen un líquido incoloro que debe su sabor salado al cloruro de sodio que contiene. Normalmente la secreción lagrimal cuyo objetivo es asegurar la limpieza continua de la superficie externa del ojo y facilitar por un abundante lagrimeo la expulsión de los cuerpos extraños, es recogida por el conducto lagrimal y volcada a las fosas nasales, de la cual se expulsa junto con el mucus nasal.

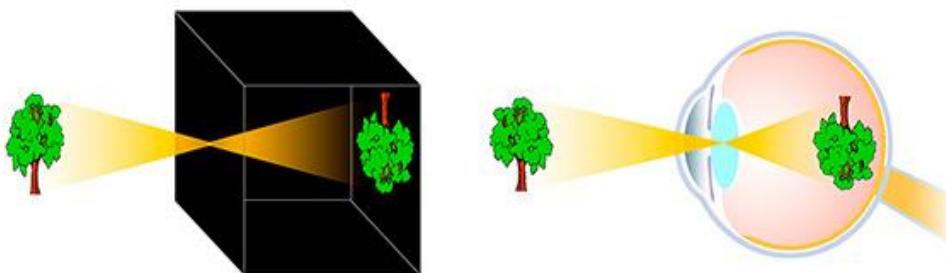
Cuando lloramos, nuestra nariz gotea.

MECANISMO DE LA VISIÓN

Al atravesar el cristalino que obra como lente biconvexa, la imagen luminosa se proyecta invertida sobre el fondo de la retina.

El ojo se comporta como una cámara oscura.

50



Cuando miramos con atención un objeto orientamos los ojos de tal modo que la imagen se forma en la Mácula Lútea.

No siempre el objeto se encuentra a la misma distancia y por lo tanto su imagen no se produce en la retina.

Por eso, en el ojo, el cristalino modifica la curvatura de su cara anterior (con los llamados músculos ciliares) de tal modo que siempre la imagen se forme sobre la retina, que ocupa una posición fija.

Este fenómeno se conoce con el nombre de "acomodación del cristalino". Por eso, para la visión lejana, el cristalino se aplana, aumentando su diámetro ecuatorial; para la visión cercana, aumenta la curvatura y disminuye su diámetro ecuatorial.

La excitación mecánica o eléctrica de la retina o del nervio óptico produce siempre sensaciones luminosas.

Los golpes bruscos en la cabeza, a veces nos hacen; "ver las estrellas", según el dicho popular, cuando el golpe dispara sensaciones lumínicas que no existen en el exterior.



Ahora, la impresión producida en la retina por un estímulo real no desaparece instantáneamente cuando el estímulo desaparece, sino que tarda cierto tiempo en borrarse. Se calcula este tiempo es $1/10$ de segundo.

Esta persistencia de las impresiones retinianas es la que ha hecho posible el cine (ver el post de 35ciencias en Instagram del 17 oct 2023).

51

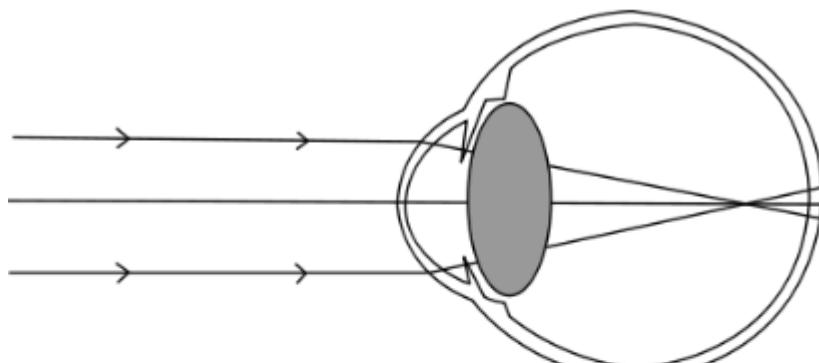
Principales defectos de la visión.

Si aproximas paulatinamente los ojos sobre este texto.

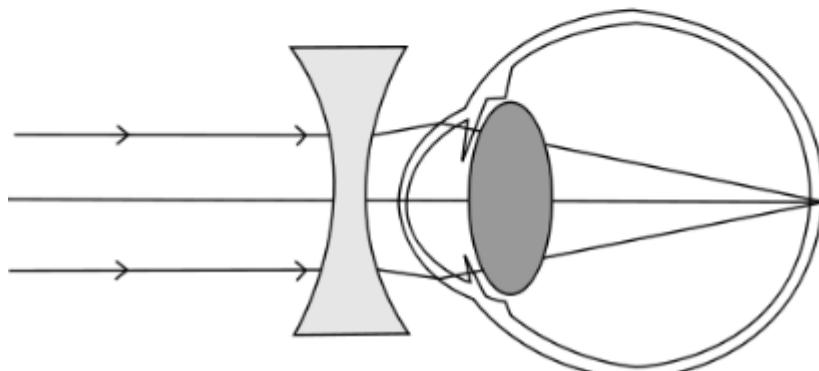
Llega un momento en que no se pueden leer las letras porque se hacen borrosas.

Medí la distancia aproximada del ojo al texto impreso cuando esto suceda

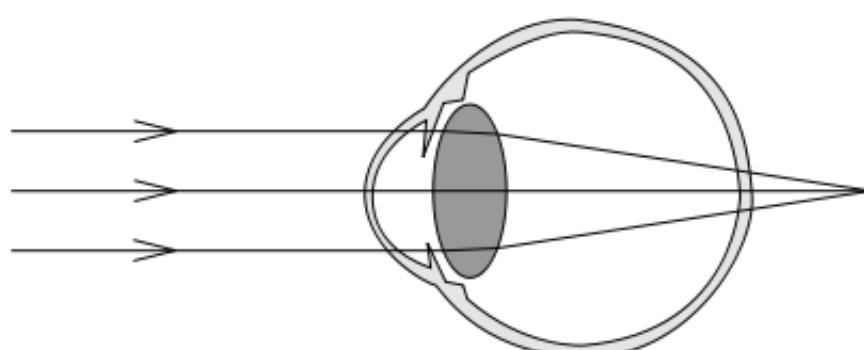
. Es el límite de la visión distinta. En el ojo normal del adulto mide de 15 a 20 centímetros. Este punto corresponde a la máxima curvatura del cristalino y marca el límite de su poder de acomodación.



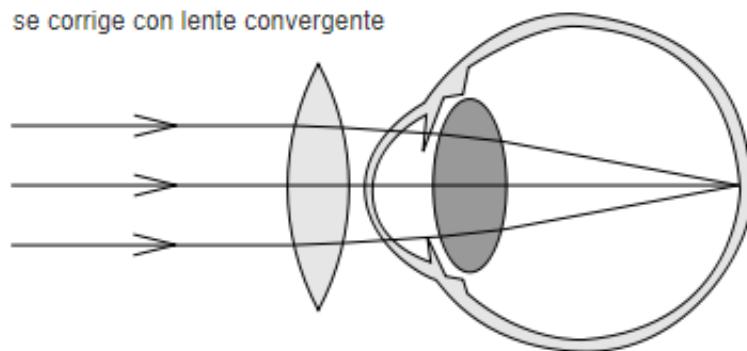
Si la imagen se forma antes de la retina, miopía → se corrige con lente divergente



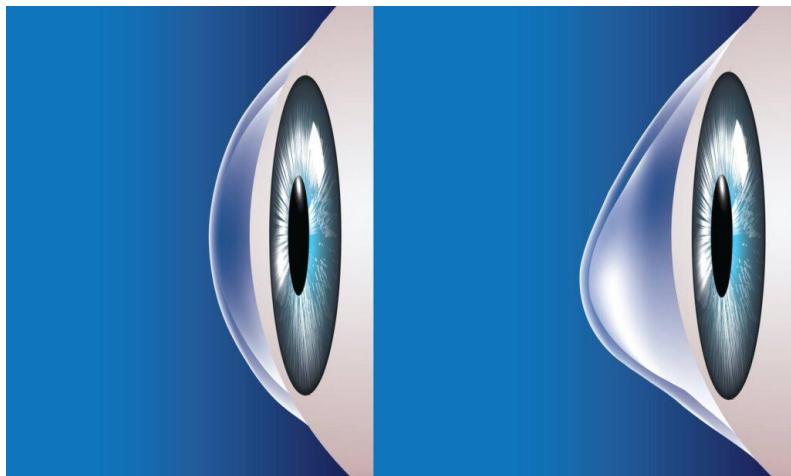
52



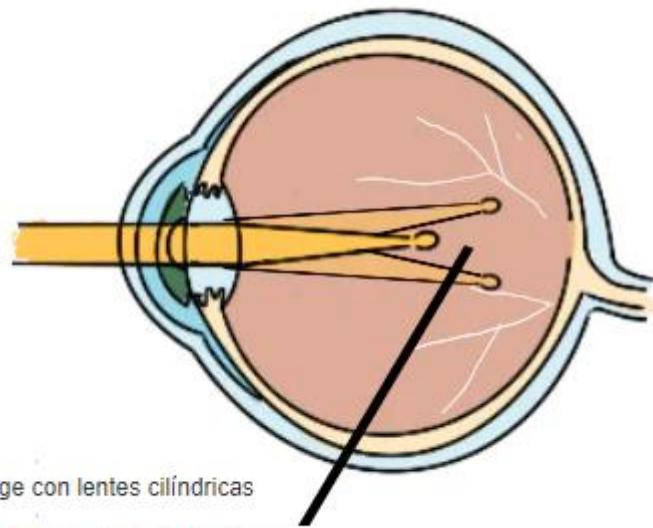
■ Si la imagen se forma después de la retina, hipermetropía →
se corrige con lente convergente



La hipermetropía se conoce también como “Presbicia”



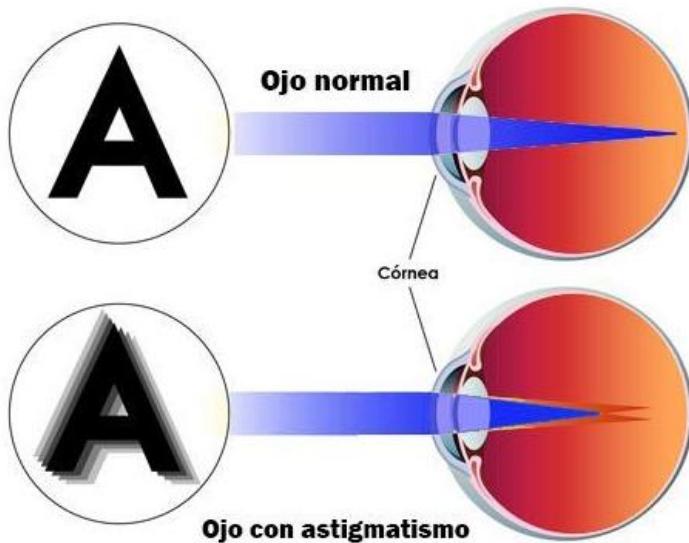
Astigmatismo: curvatura córnea no esférica →



53

Se corrige con lentes cilíndricas

Varios puntos focales



La superposición de imágenes hace que parezcan turbias

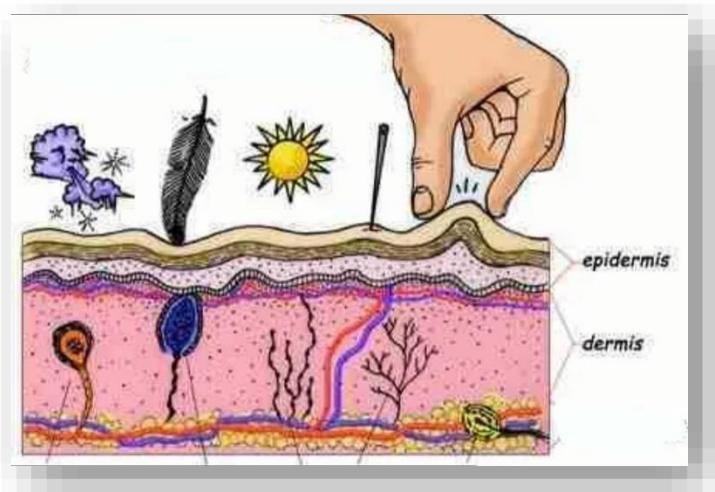
ACTIVIDADES

- 1) Construir en el laboratorio “cámara oscura” (una por persona) buscar los materiales y procedimientos de construcción en internet y traerlos en la clase siguiente.
- 2) Imprimir este texto y hacerlo leer (sin lentes, si los usara) a al menos 5 personas de diferentes edades anotando la distancia ojo/texto en cada caso y haciendo una tabla de edad creciente y una de distancia creciente
- 3) Conseguir (en la pescadería, ENCARGARLA CON TIEMPO) una cabeza de pescado (lo más grande posible !!!) cada 2 personas (como máximo) para realizar una disección. Traer herramientas de disección (bisturí/Cutter, pinzas, guantes, guardapolvo, servilletas de papel y alcohol (para limpiar)
- 4) Descargar en el celular los patrones para pruebas de Daltonismo, para realizar diagnósticos en el laboratorio.

54

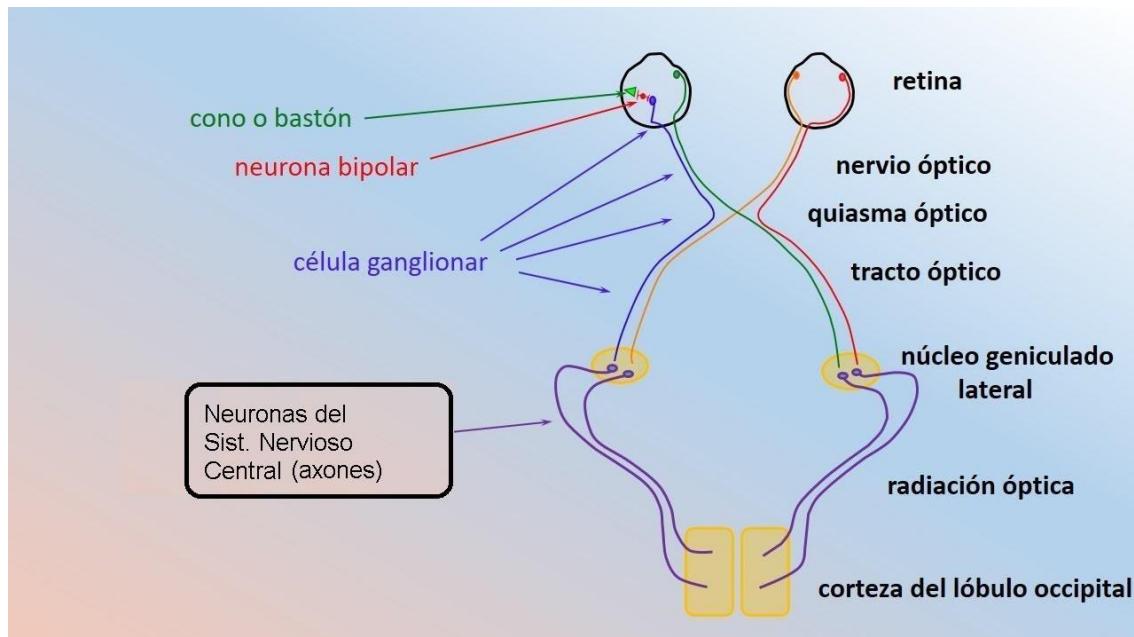
Temas complementarios: Visión 3D, RGB, Formación de imágenes en el cerebro, diferentes espectros de absorción en diferentes animales y plantas. Profundidad y coloración.

RECIBIR Y REACCIONAR



Existen alrededor de 100 millones de fotorreceptores (conos y bastones) en la retina humana, pero solamente hay 1 millón de fibras nerviosas ópticas. El número de neuronas bipolares intercaladas se encuentran más o menos entre esas dos cantidades, pero es evidente que un gran número de receptores converge sobre cada neurona bipolar; y muchas de éstas convergen sobre cada célula ganglionar (fuera de la mácula lútea).

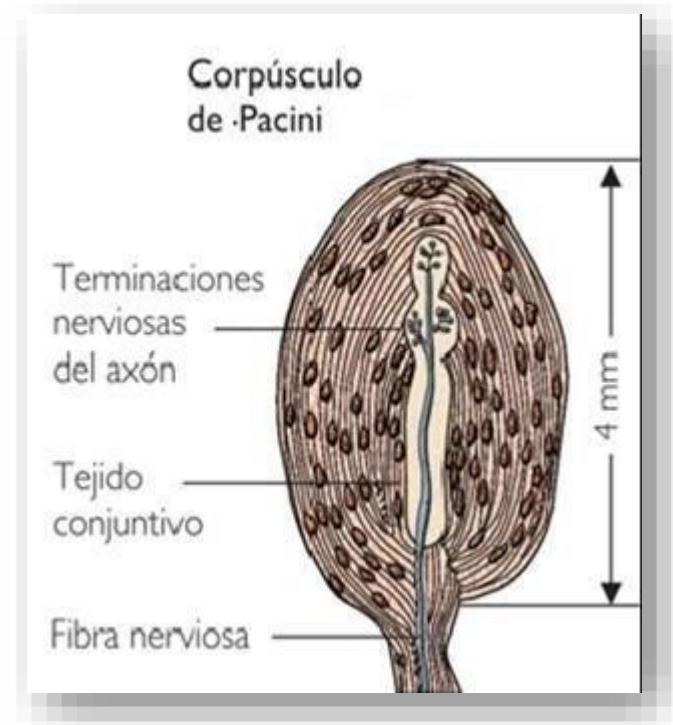
56



Esto es porque se necesita la sumación espacial de varias unidades receptoras para producir la despolarización capaz de desencadenar un potencial de acción.

Consideramos tres propiedades generales de los receptores y sus fibras nerviosas asociadas, ellas son:

- 1) **Umbral.** Lo podemos definir como la cantidad física mínima de energía apropiada requerida para despertar un potencial de acción propagado en un nervio aferente primario. Muchos receptores tienen una extrema sensibilidad, por ejemplo, un corpúsculo de Pacini (receptor de tacto) pone en actividad su axón en respuesta a una deformación de 0,5 de micrón mantenido por 0,1 segundo.



57

En el caso de otros receptores se puede conocer de alguna manera su umbral midiendo **las cantidades mínimas de energía requeridas para provocar una sensación consciente** en un ser humano.

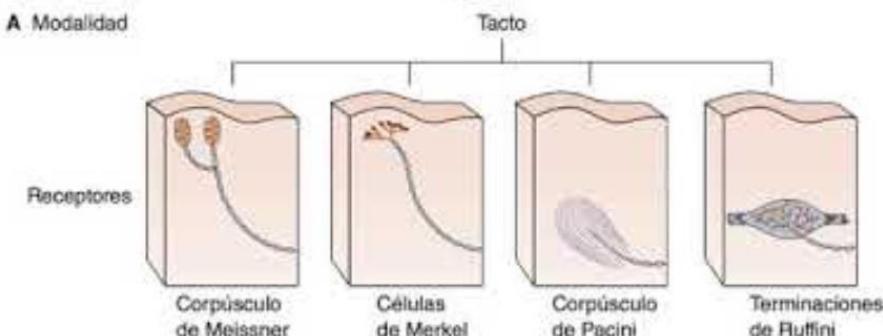
Se dice que el ojo humano (bajo condiciones atmosféricas óptimas) es capaz de percibir la luz de una sola vela a más de 10 km de distancia; puede percibirse una sensación de frío reduciendo la temperatura de la piel 1 °C por 3 segundos, o de calor elevando la temperatura cutánea a 0,03 °C por 3 segundos. Por otra parte, el umbral sensorial del dolor que varía muy poco de individuo a individuo (normal) no debe confundirse con el nivel de tolerancia, que varía enormemente según las culturas, según los individuos y hasta en un mismo individuo en épocas diferentes.

2) Codificación de frecuencia. Dentro del margen de trabajo de utilidad

fisiológica de cualquier receptor dado y de su fibra nerviosa asociada, hay una relación directa entre la intensidad del estímulo aplicado y la frecuencia de los estímulos que pasan al nervio.

Así, a intensidades bajas (pero supraliminales) de estimulación, solamente se transmitirán uno o pocos impulsos a lo largo del nervio en la unidad de tiempo, mientras que **a intensidades sucesivamente más altas se irá iniciando en la misma unidad de tiempo un número progresivamente mayor de impulsos nerviosos.**

Mecanorreceptores



58

3) Adaptación. Algunos receptores (llamados de adaptación lenta o tónicos) pueden continuar generando impulsos nerviosos todo el tiempo en que estén sometidos al estímulo adecuado. P.ej. receptores musculares de posición.

Otros receptores (llamados de recepción rápida o fásica), por otra parte, generan impulsos nerviosos cuando se aplica un estímulo nervioso, pero cesan de hacerlo si se lo mantiene; algunos de estos receptores pueden generar otra vez impulsos al retirar el estímulo, es decir que en este caso transducen a la vez un efecto de "cese" como de "comienzo". El corpúsculo de Pacini es un ejemplo de un receptor de adaptación rápida.

En términos físicos, puede decirse que los receptores de adaptación lenta señalan un estado estable mientras que los de adaptación rápida indican un estado de cambio.

Los receptores se adaptan con rapidez variable, de manera que considerando la función tiempo existe un gran margen de adaptabilidad con respecto a diferentes receptores.

Existen formas intermedias interesantes, por ejemplo los muchos receptores que se encuentran en las cápsulas articulares y en torno de ellos. Cuando la articulación está

en reposo, sus axones pueden mostrar una descarga de "base" firme, mientras que con el movimiento se produce la aceleración o deceleración del margen de descarga en reposo. Si se mantiene el margen de descarga modificado después de que ha cesado el movimiento y la articulación está en una nueva posición, este receptor se adapta lentamente y es evidente que su grado de descarga señala la posición de una articulación; si por otra parte el nivel de descarga vuelve a su valor normal después de que termine el movimiento.

Distribución de los receptores.

SENSIBILIDAD TÁCTIL

La sensibilidad táctil contribuye a informarnos del estado físico, forma, tamaño, dureza y relieve de los objetos que se ponen en contacto con nuestra piel.

Los estímulos del tacto son las acciones mecánicas (contactos, presiones, tracciones, movimientos) y sabemos que los cuerpos rugosos estimulan la piel mejor que los lisos.

Adaptativamente y por su conformación particular y por su notable movilidad, **las manos son las partes de nuestro cuerpo con mejor sensibilidad ad táctil.**

59

No toda la piel es excitable por los estímulos mecánicos. Existen en ella puntos especialmente adaptados para estas excitaciones, denominados, por este motivo, puntos de presión.

La posición de estos puntos de presión ha sido determinada experimentalmente por medio de excitaciones mecánicas suaves y eléctricas; de esta manera se ha comprobado, también, que los puntos de presión son independientes de los puntos de frío, de los de calor y de los de dolor, ya que cada uno responde a un tipo especial de "sensor"

La riqueza de puntos de presión varía según la región cutánea que se considere. Según un cálculo aproximado, haciendo excepción de la cabeza, nuestro tegumento contendría 500.000 puntos de presión, pero desigualmente distribuidos, ya que en la muñeca, por ejemplo, se cuentan, término medio, 28 por cm^2 , y apenas 5 en la cara anterior de la pierna.

La intensidad de las sensaciones táctiles depende, naturalmente, de la intensidad con que actúan los estímulos específicos; así, al aumentar la intensidad de un contacto, la sensación se transforma en sensación de presión, y más allá de ciertos límites se

convierte en sensación dolorosa, ya que comienzan a actuar sensores vecinos a los originales.

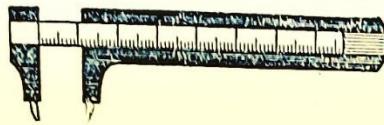
En las superficies pilosas la sensibilidad a las presiones es mayor que en las superficies sin pelos o afeitadas.

La sensibilidad táctil se desarrolla más con el ejercicio. Las sensaciones de contacto y de presión pueden persistir cierto tiempo (por ejemplo, la sensación de tener los lentes sobre la nariz luego de haberlos quitado). Los contactos que se suceden rápidamente provocan una sensación continua, esto se conoce como **respuesta sumativa**

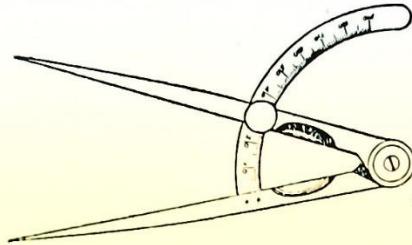
AGUDEZA TACTIL

La AGUDEZA TACTIL se puede determinar estableciendo la distancia mínima que necesita la piel para percibir simultáneamente dos contactos; para este fin se usa el estesiómetro de Weber o el compás táctil, que es una especie de compás que lleva anexa una regla graduada sobre la cual se lee la separación de las dos ramas del instrumento. Con el estesiómetro se ha comprobado que la agudeza táctil varía según las regiones del cuerpo, figurando entre las más sensibles (por su mayor capacidad de percibir los contactos a menor distancia de separación) la punta de la lengua, la yema del dedo medio, la mucosa labial y la punta de la nariz.

60



Estesiómetro de Weber.



Compás táctil.

Así, para provocar dos impresiones distintas, las ramas del estesiómetro requieren una separación mínima de 1 mm en la punta de la lengua, de 3 mm en la palma de la mano y la yema de los dedos, de 4 mm en el dorso de la mano, de 3,5 cm en el antebrazo y hasta 5 cm a nivel de la espalda.

Al final de este trabajo podrá encontrar una actividad que puede realizarse con estudiantes para verificar lo dicho.

Por **sensibilidad térmica** conocemos a las impresiones de frío y de calor, y aunque ellas tienen un valor relativo -pues están sujetas a variaciones individuales, y en el mismo individuo varían según la edad, la estación, el trabajo son significativas para la protección de nuestro cuerpo contra las inclemencias ambientales; además, nos permiten reaccionar rápidamente contra la acción nociva del contacto con objetos cuya temperatura es desfavorable.

Se ha comprobado experimentalmente que en nuestro tegumento existen zonas diferenciadas particularmente sensibles al frío y otras especialmente sensibles al calor, las que se hallan rodeadas por zonas provistas únicamente de sensibilidad general o de sensibilidad dolorosa.

Esto ha permitido el trazado de gráficos, a manera de mapas, consignando los puntos sensibles al frío y los sensibles al calor de las diversas regiones de nuestra piel. Existen más puntos sensibles para el frío que para el calor; término medio, por cm^3 de superficie de piel: 6 a 23 para el frío y 0 a 3 para el calor; según un cálculo aproximado, en el tegumento de un adulto de desarrollo medio existirían aproximadamente 250.000 puntos sensibles al frío y 30.000 puntos sensibles al calor.

61

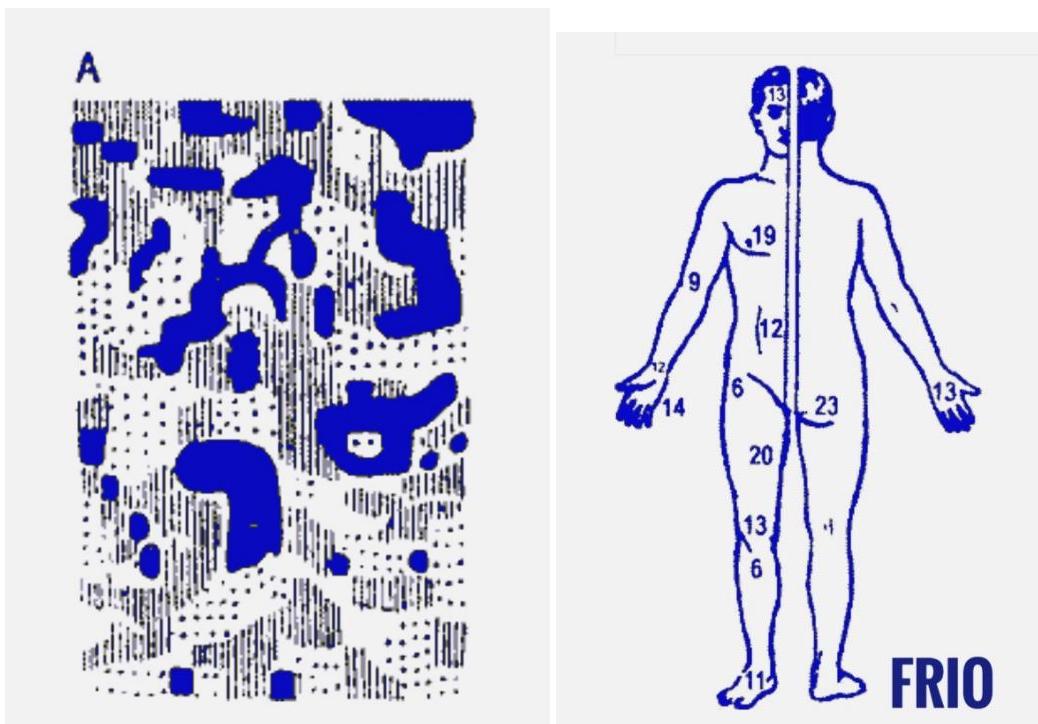


Fig. A Concentración de puntos sensibles al frío de la cara anterior del muslo.

Las regiones más sensibles al calor se encuentran a nivel del pecho, las alas de la nariz, la cara anterior del brazo, el vientre, etc.

La conjuntiva solamente contiene puntos sensibles al frío.

La intensidad de la sensación térmica tanto para el frío como para el calor está en relación no sólo con la mayor diferencia entre la temperatura corporal y la externa, sino también con la extensión de la superficie tegumentaria excitada; así, por ejemplo, cuando sumergimos en agua fría o caliente toda la mano, la sensación de frío o de calor, respectivamente, es más intensa que al sumergir uno o más dedos.

Las variaciones térmicas graduales no provocan reacciones termostésicas (dolor por temperatura) bien manifiestas.

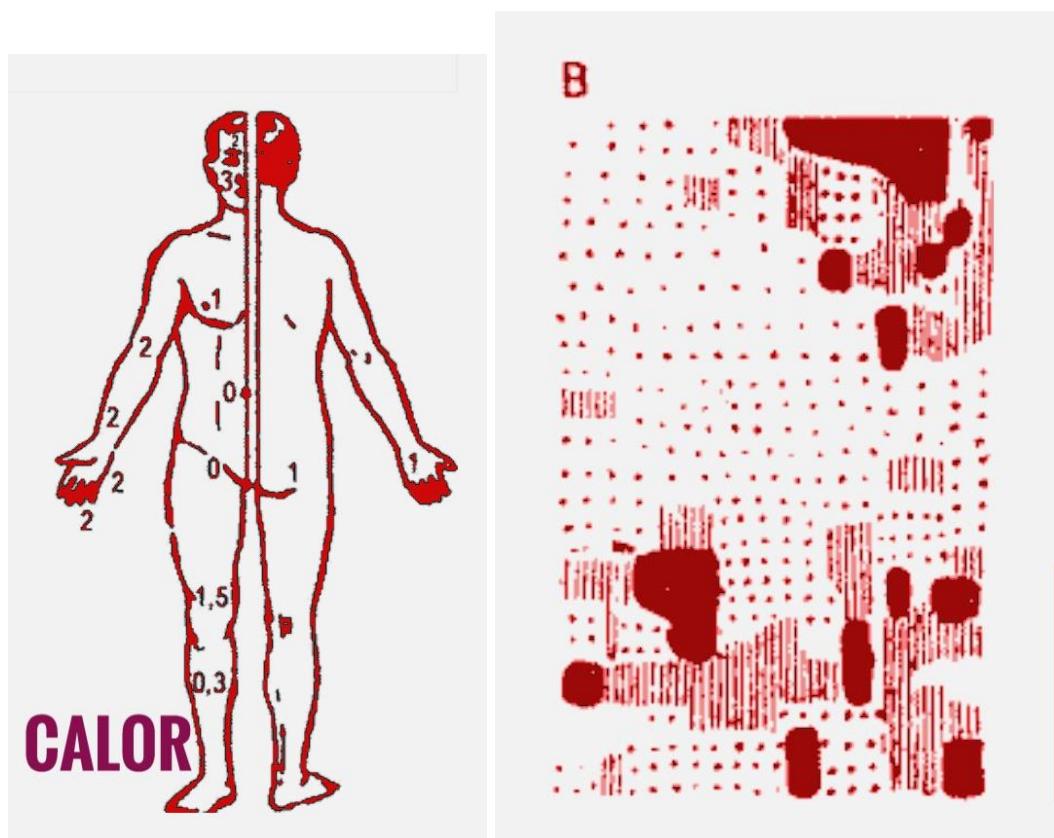


Fig. B Concentración de puntos sensibles al Calor de la cara anterior del muslo

También las sensaciones térmicas tienen cierta persistencia, es decir, que duran algún tiempo después de la acción del estímulo (por ejemplo, persiste la sensación de frío luego de retirar un trocito de hielo aplicado sobre la frente).

La selección natural ha privilegiado la detección del frío a la del calor, esto es básicamente, porque el frío es mucho más perjudicial para la vida que el calor. Por ello las temperaturas bajas, determinan sensaciones dolorosas. Y sólo las muy altas las producen.

SENSIBILIDAD DOLOROSA

Las sensaciones dolorosas son fenómenos adaptativos, defensivos, una especie de avisos que nos dan conciencia de acciones perjudiciales para el cuerpo.

Presentan la condición de ser siempre desagradables. “enseñan” al cuerpo (al individuo) a evitar las fuentes de peligro.

La sensibilidad dolorosa se halla muy extendida, no sólo en la superficie de nuestro cuerpo, sino también en nuestros órganos internos.

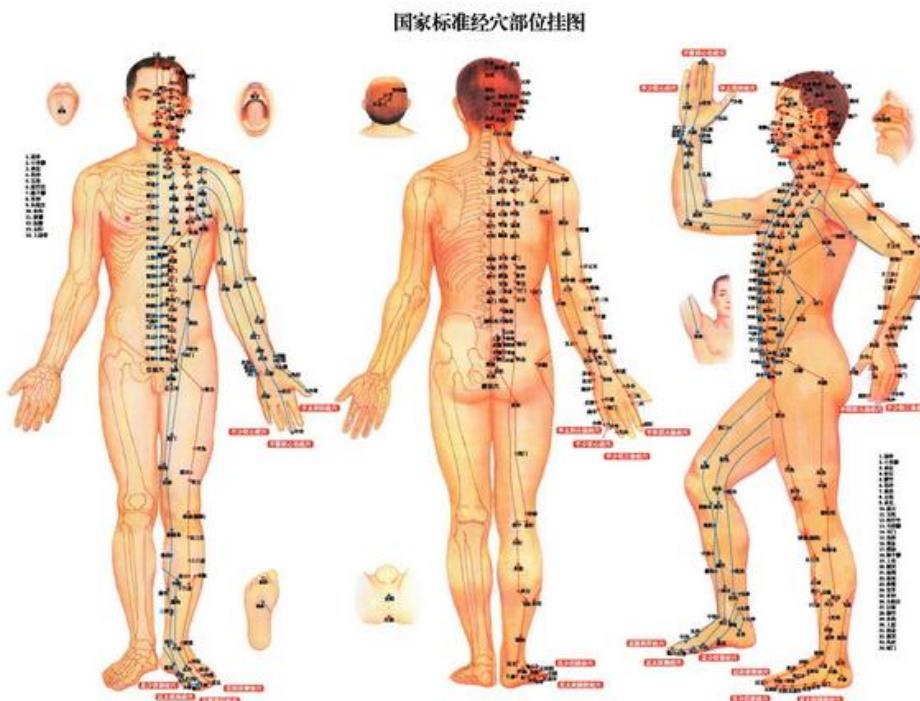
La sensibilidad dolorosa cutánea resulta, en general, de estimulaciones por presión y térmicas intensas y prolongadas.

63

Por medio de excitadores puntiformes se ha comprobado que existen en nuestro cuerpo puntos de dolor, constantes y distintos de los puntos de presión, de los de frío y de los de calor. Los receptores dolorosos son terminaciones nerviosas libres. Estos puntos de dolor son más numerosos que los de presión y más superficiales que los térmicos.

Entre otros hechos, la independencia de los puntos de dolor se pone de manifiesto al practicarse la anestesia; en efecto, se observa que, por su acción la sensibilidad dolorosa queda anulada antes que la sensibilidad táctil o ni siquiera sucede.

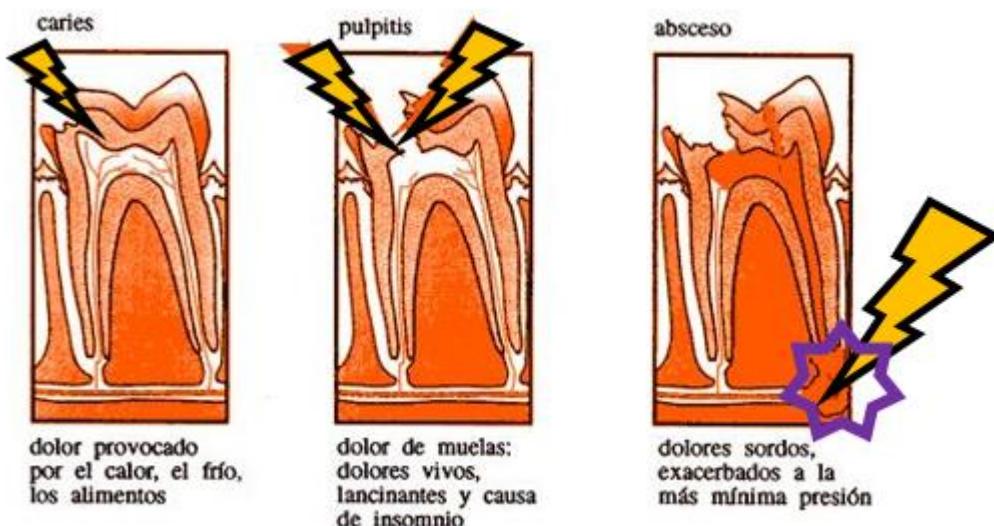
El conocimiento de las áreas donde no hay órganos de sensibilidad dolorosa es la base de la Acupuntura, ya que el acupunturista puede colocar agujas en determinados puntos del consultante y éste no sentir dolor con ello. El cuerpo puede sentir la presencia de la aguja, pero no dolor, y por ello producir endorfinas, las que son la causa de la posible y transitoria mejora de algún síntoma (sumada al efecto placebo)



64

Cuando se produce dolor, su localización puede ser poco precisa, probablemente porque, por irradiación, se extiende a puntos vecinos, afectando superficies más o menos extensas.

- Existen también receptores dolorosos en los distintos órganos y vísceras. Son comunes los dolores de muelas, de oídos, de estómago, de garganta... y muy diversos son los estímulos capaces de determinar dolor visceral: químicos (ácidos, etc.), falta de irrigación, distensión o edema, espasmos, compresión.



Estar muy atentos al dolor, el stress y la fatiga intelectual, actúan como agravantes y aumentan la sensibilidad dolorosa.

Las señales que llegan al cerebro como para (como dijimos) **provocar una sensación consciente**, dependen también de su distribución, como mencionamos (y vimos en los esquemas) los receptores en la piel no se encuentran distribuidos uniformemente en el cuerpo.

Por regla general, el frente tiene más receptores que el dorso.



65

ACTIVIDAD

Una actividad sencilla pero ilustrativa consiste en tomar un clip para papeles y abrirlo en forma de "U" con los extremos casi juntos, (como si fuera un estesiómetro de Weber o el compás táctil,) y presionar suavemente (con una punta o dos) sobre la espalda del sujeto de experimentación. Y él deberá decir si capta la presencia de uno o dos puntos de presión. Conviene hacerlo a distancias variables pero siempre menores a los 3 cm. Repitiendo al menos 10 veces, en diferentes sectores de la espalda.

Realice esta actividad y comente los resultados, teorizando sobre los resultados obtenidos.

¿Con qué contenido de la curricula de secundaria podrías asociar esto?



¿QUÉ ES EL SONIDO?

El sonido es energía y, como todas las demás formas de energía, podemos utilizarla.

Las enormes posibilidades que tienen la palabra y a la música hacen del sonido un eficacísimo medio de comunicación; pero incluso los ultrasonidos, imperceptibles por el oído humano, tienen innumerables aplicaciones prácticas (como por ejemplo las ecografías).

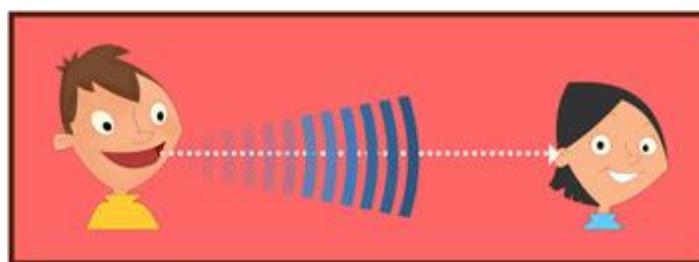
La "energía acústica" está formada en realidad ondas de presión (movimiento) en el aire y es pequeña comparada con otras formas comunes de energía.

Así el "ruido" que puede hacer una banda militar tocando a todo volumen equivale, por ejemplo, a la energía luminosa y calorífica de los faros de un auto.

66

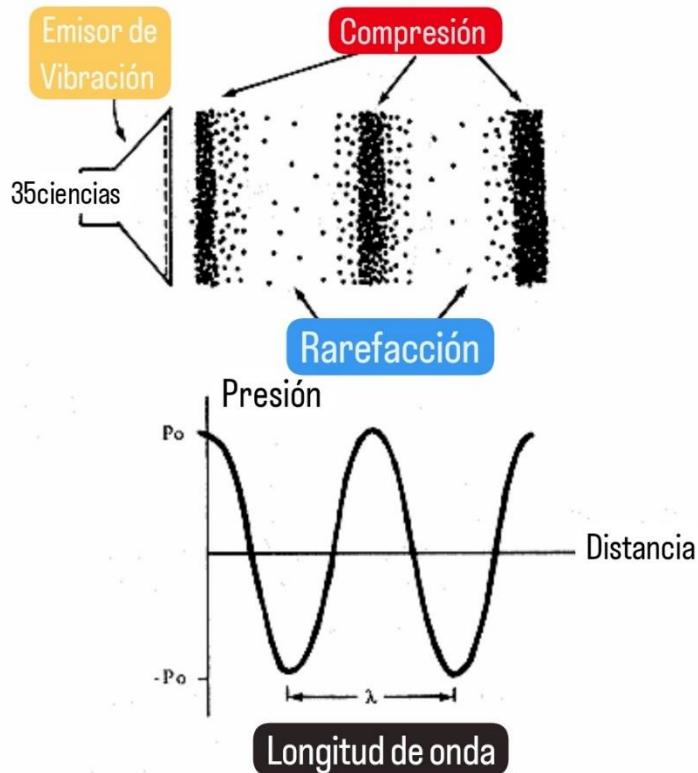
Cómo dijimos el sonido es una forma concreta de energía cinética (movimiento) que se produce cuando un objeto vibra.

La vibración es la causa de todos los sonidos. Por ejemplo, cuando chocan dos autos, sus superficies vibran por la fuerza de la colisión y se produce un estruendo; la música que emite parlante Bluetooth se genera en la vibración del cono del parlante; al hablar o al cantar hacemos vibrar las cuerdas vocales en la laringe.



Un objeto vibrante hace vibrar las moléculas de aire de su entorno. Las vibraciones se propagan a través del aire formando una onda de sonido, pero sin que el aire se desplace con la onda.

Allí donde las moléculas de aire se acumulan, se forma una región de mayor presión (compresión); allí donde las moléculas se separan, aparece una zona de presión menor (rarificación). Cuando una onda de sonido se propaga, una sucesión de compresiones y rarificaciones se mueve a través del aire.



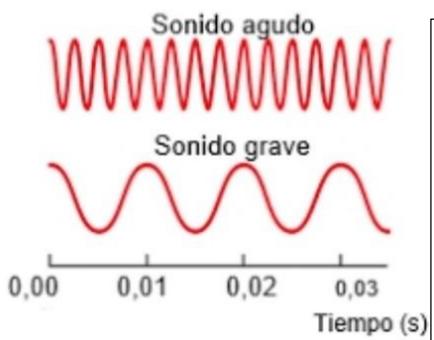
67

Si una superficie vibra con fuerza, la diferencia de presión entre compresión y rarificación es grande y el sonido es fuerte.

La frecuencia (la cantidad de vibraciones por unidad de tiempo) afecta al tono (o nota) del sonido.

Si es alta, compresiones y rarificaciones se concentran y el sonido es agudo.

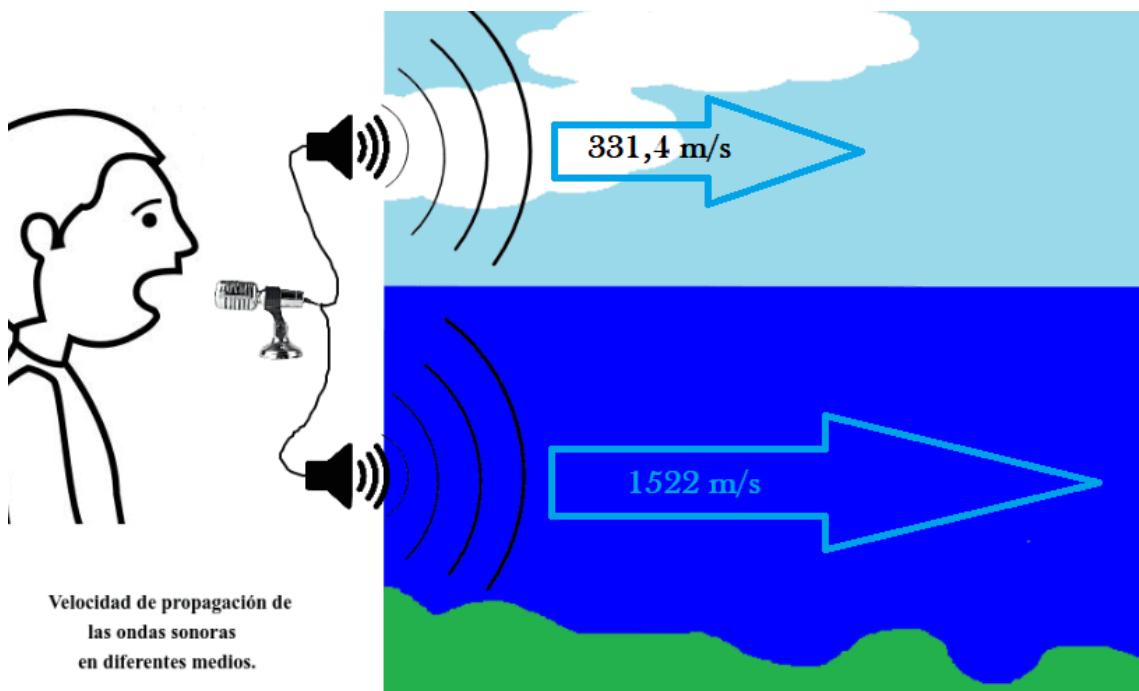
Si la vibración es lenta, compresiones y rarificaciones se separan (hay menos por unidad de tiempo) y el sonido es grave.



Una onda sonora se mueve en todas direcciones desde la fuente que la genera a una velocidad de 331 m/s en el aire al nivel del mar. A esta velocidad se la llama "velocidad del sonido", pero varía según el medio. Cuando un objeto se mueve hasta dos veces la velocidad del sonido se lo llama "supersónico", mientras que si se mueve más rápido aún se lo denomina "hipersónico"

VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DEL SONIDO	
Medio	Velocidad (m/s)
Aire (0°)	331,4
Aire (20°)	343
Helio	965
Hidrógeno	1.284
Agua (0°)	1.402
Agua (20°)	1.482
Agua de mar	1.522
Aluminio	6.420
Acero	5.941
Granito	6.000

Resnick, R. Halliday, D. Krane, K. S. (2001),
Física Vol. 1 pág. 497



68



Música para mis oídos

Por qué escuchamos unos instrumentos musicales de modo diferente que otros?

Nuestro oído los registra y nuestro cerebro los decodifica de diferentes maneras.

Los músicos tienen muchos procedimientos para hacer sonar los instrumentos: en algunos se sopla, otros son percutidos (golpeados), pulsados o frotados. Se obtienen así muchas clases de sonidos, pero ¿cuáles son propiamente las diferencias sonoras?

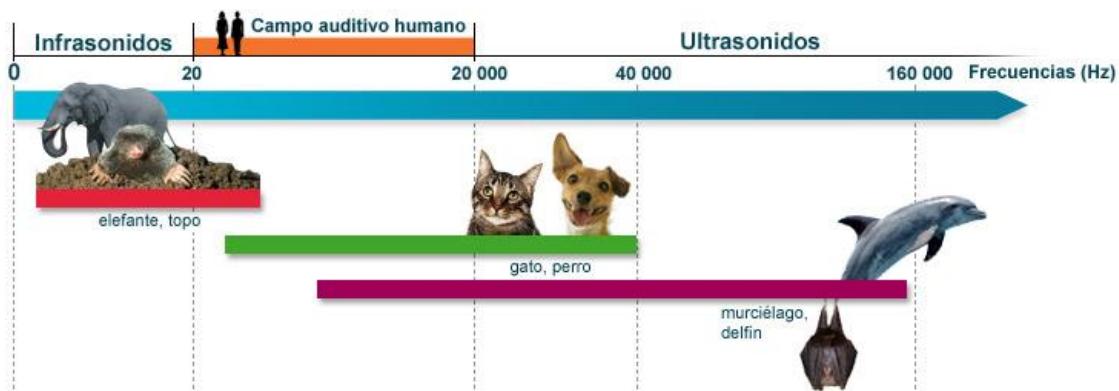
69

En todo instrumento el sonido se produce cuando se hace **vibrar** algo (la lengüeta de la trompeta, el parche del tambor o la cuerda de un piano) y la frecuencia de esta vibración determina el tono de la nota producida.

Como dijimos anteriormente, si la vibración es rápida el número de vibraciones de la onda sonora que alcanza el oído es mayor y el tono más agudo. Si la frecuencia es baja el tono es más grave.

La frecuencia de una onda sonora (número de vibraciones por segundo) se mide en hertz (Hz). El rango de frecuencias audibles para el oído humano está entre los 20 y los 20.000 Hz.

Pero, otros animales, como los perros, elefantes, ballenas o los murciélagos, tienen una captación mucho más amplia.

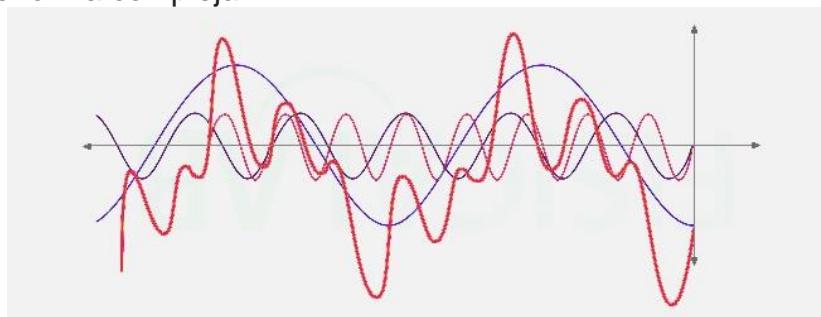


Cada instrumento productor de sonido emite un conjunto de frecuencias enmarcado en un intervalo tonal característico. Pero cada nota es en realidad una combinación de muchas otras. Se llama nota fundamental de un instrumento a aquella que mejor percibe el oído. Los instrumentos emiten, además, un grupo de notas llamadas armónicos.

Los armónicos se producen porque el objeto vibrante generador del sonido vibra en varias frecuencias a la vez. Las frecuencias suplementarias son múltiplos enteros de la nota fundamental.

En ciertos instrumentos las notas más agudas se pueden producir deliberadamente (en los instrumentos de viento) soplando más fuerte y en los de cuerda con una forma especial de apoyar los dedos de la mano izquierda, en los ejecutantes diestros, simplemente acortando la longitud de la cuerda.

Entonces los armónicos se combinan con la nota fundamental para componer una sola onda de forma compleja.



Cada instrumento produce su propia forma de onda porque cada uno se caracteriza por una intensidad relativa particular de sus armónicos. Los modernos sintetizadores de música, funcionan generando ciertas ondas básicas (ondas sinusoidales, ondas en diente de sierra y ondas cuadradas) que pueden combinar para conseguir toda clase de sonidos. No todos los instrumentos generan notas con un tono bien definido.

Algunos instrumentos, como los tambores y los timbales, producen lo que técnicamente llamamos “ruido”, que consiste en un amplio rango de frecuencias sin que sobresalga ninguna en especial.

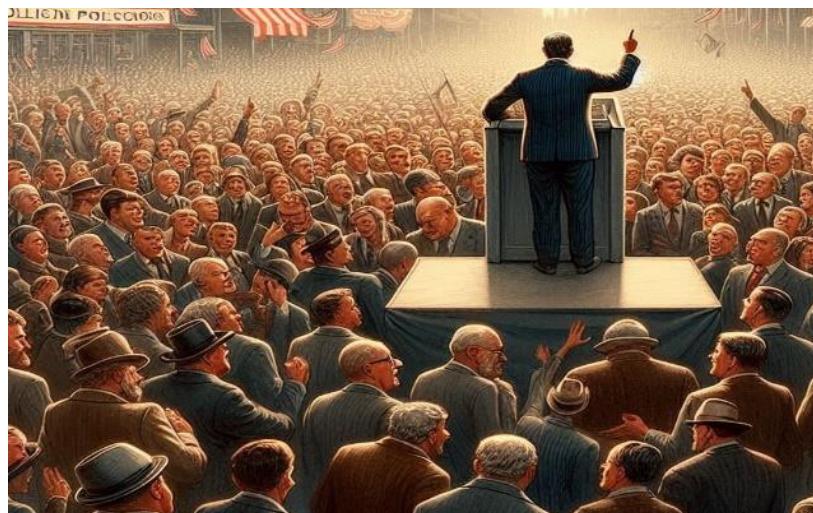


La intensidad, produce al volumen que, es otra característica de un sonido. La música o la oratoria emplean constantes contrastes de volumen y tono para conseguir efectos espectaculares, que emocionan al público.

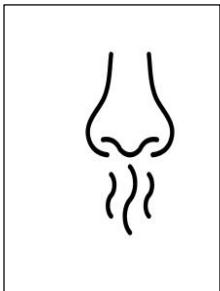
Se sabe que el sonido acompañado por una emoción (no importa si agradable o no) se fija en nuestra memoria. Por eso ciertas melodías o ruidos, nos traen inmediatamente recuerdos.

Así una clase oral, si nos despertó algún tipo de emoción, será mucho más duradera en nuestro recuerdo que una que no era oral o que no nos despertó emociones.

71



La emoción producida por el sonido es una respuesta biológica, es finalmente Biofísica.



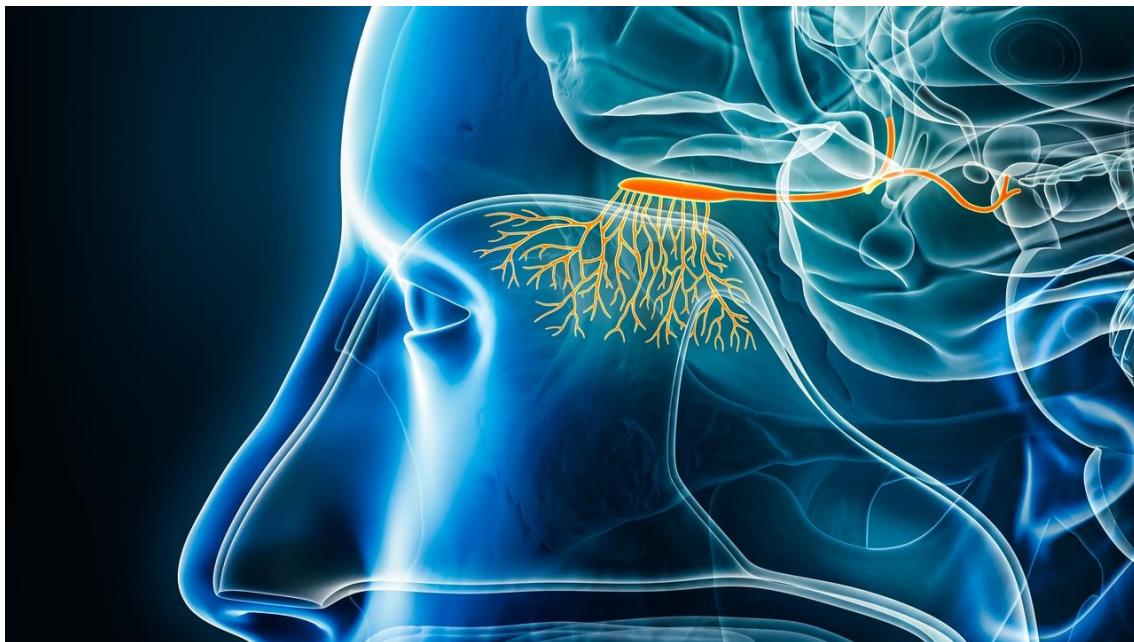
ALGO HUELE BIEN ALGO HUELE MAL

Solemos decir: "esto me huele mal..."

O "tiene olfato para negociar"...

Pero realmente ¿qué tiene eso que ver?

La pituitaria es la mucosa que tapiza a las fosas nasales, pero antes de llegar a ella hay un revestimiento cutáneo que tiene glándulas sebáceas y gruesos pelos (denominados vibriras), que contribuyen a retener los cuerpos extraños movilizados por las corrientes del aire inspirado.



72

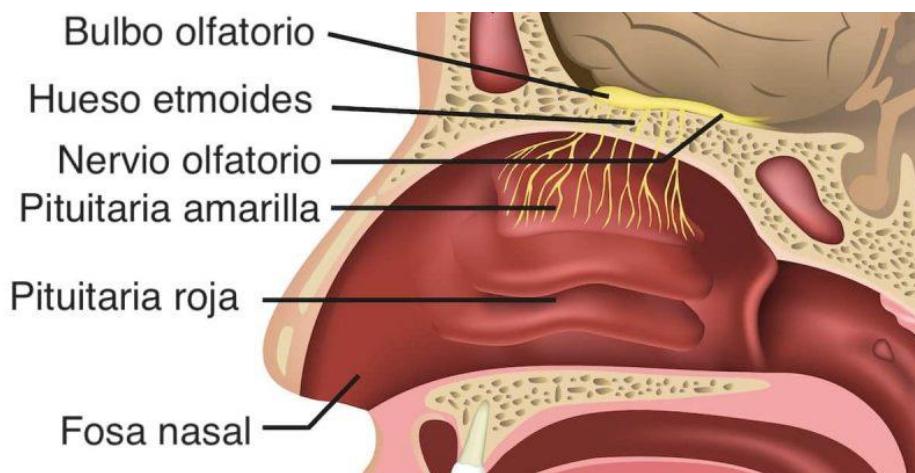
Las 2 regiones en que se divide la pituitaria son: **inferior, roja o respiratoria** y **superior, amarilla u olfatoria**, con caracteres histológicos y funcionales propios.

REGIÓN RESPIRATORIA. Es rojiza, por la abundante irrigación sanguínea que regula la temperatura del aire que debe llegar a los pulmones, impidiendo así los enfriamientos bruscos.

Por eso es muy importante inhalar por la nariz.

El intercambio de temperatura se debe al fenómeno de **radiación**¹.

Este epitelio está constituido por células cilíndricas y glándulas serosas o mucosas cuyos conductos excretores desembocan en la superficie libre del epitelio.

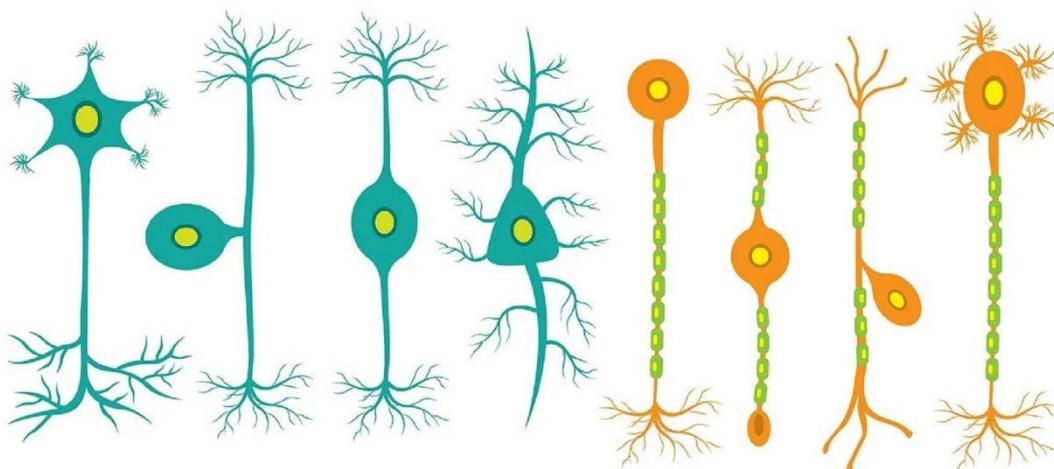


REGIÓN OLFACTORIA. La mucosa de esta región es de color amarillento, y en cada fosa nasal abarca una extensión aproximada de $2,5 \text{ cm}^2$. Su epitelio contiene 2 clases de células: de sostén y olfatorias.

Las células de sostén contienen un pigmento amarillo (coloración que comunican a esta región).

Las células olfatorias son básicamente neuronas.

73

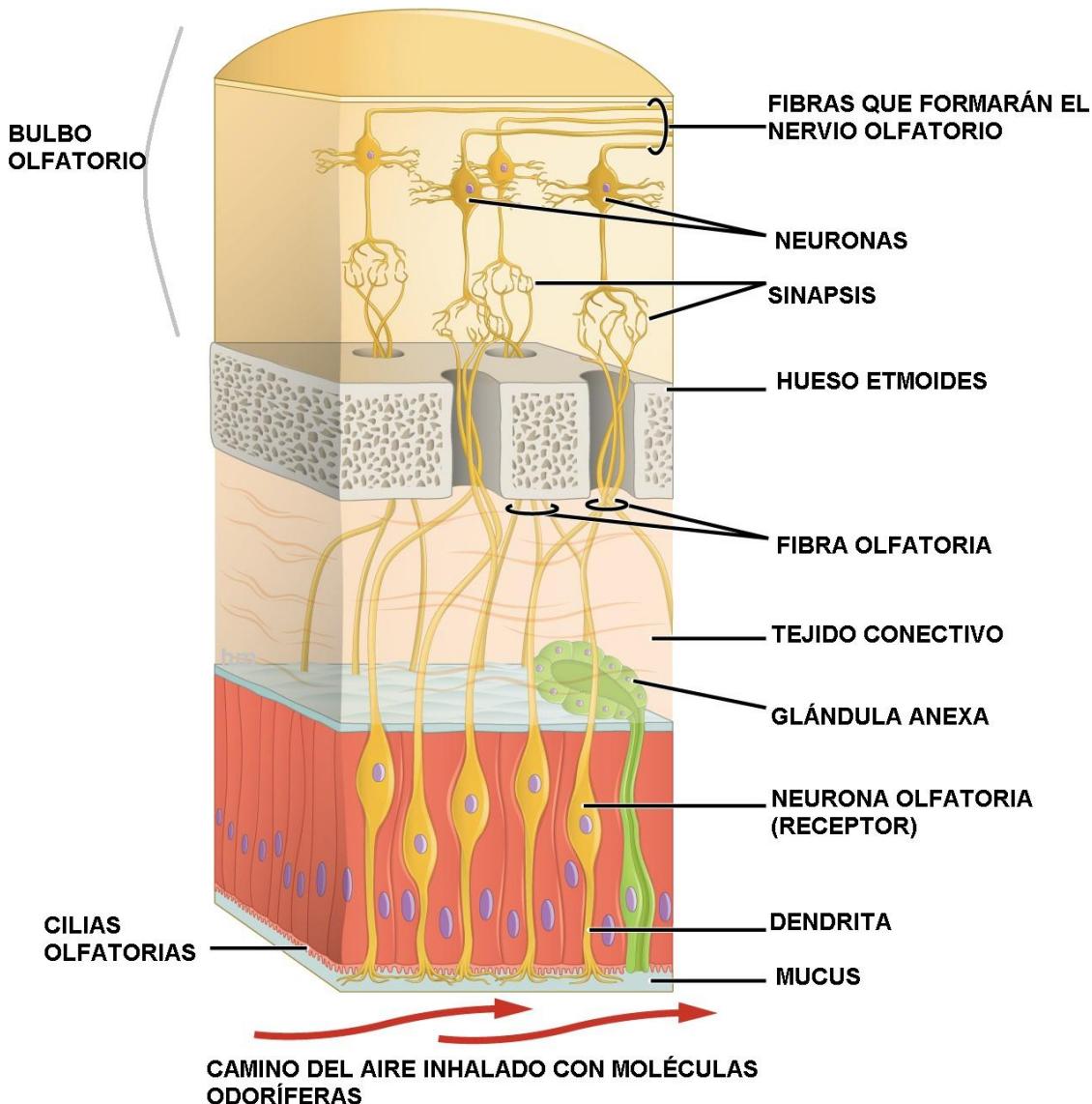


Las prolongaciones periféricas, las dendritas de la neurona, terminan en la superficie libre de la pituitaria amarilla por medio ramificaciones muy finas, algunos autores las denominan "Cillas"

olfativas"; el axón, va hacia las regiones profundas de la mucosa y se continúan uniéndose formando una fibra olfatoria, que luego constituyen el nervio olfatorio al salir del Bulbo olfatorio.

En la superficie libre de la región olfatoria de la pituitaria desembocan los conductos excretores de varias glándulas que producen secreciones que humedecen la superficie olfatoria.

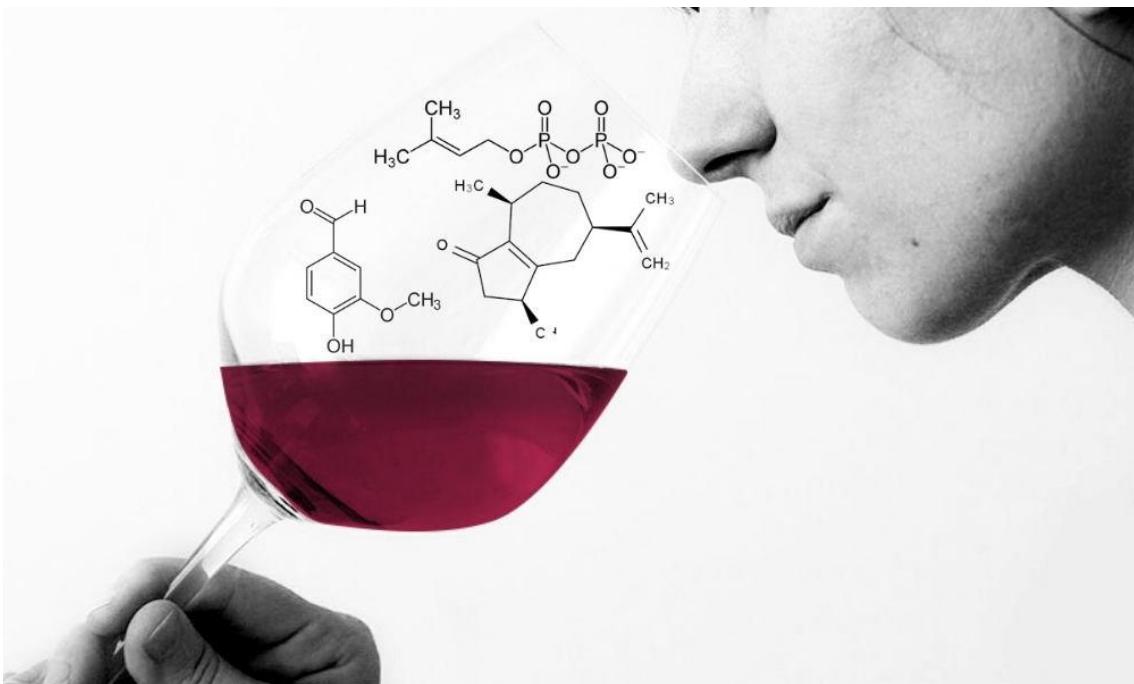
Esta secreción favorece la estimulación de las células olfatorias porque permite que las moléculas odoríferas lleguen a ellas.



74

LOS OLORES

Los olores son determinados por partículas o moléculas que se desprenden de los cuerpos volátiles al actuar sobre el aparato de la **olfacción**.



75

El poder odorífero varía considerablemente de una sustancia a otra; algunas pueden actuar en cantidades prácticamente imponderables: así, por ejemplo, un millonésimo de miligramo de almizcle o de ácido sulfídrico en el aire determinan la sensación de sus olores característicos.

Otras sustancias carecen de poder odorífero, es decir que no son incapaces de provocar sensaciones olfatorias.

Por eso, lo que no percibe el olfato se denomina **inodoro**.²

Subjetivamente términos sinónimos, como fragancia o aroma describen olores agradables; mientras que los olores repulsivos o desagradables se describen como pestilencia o hedor.

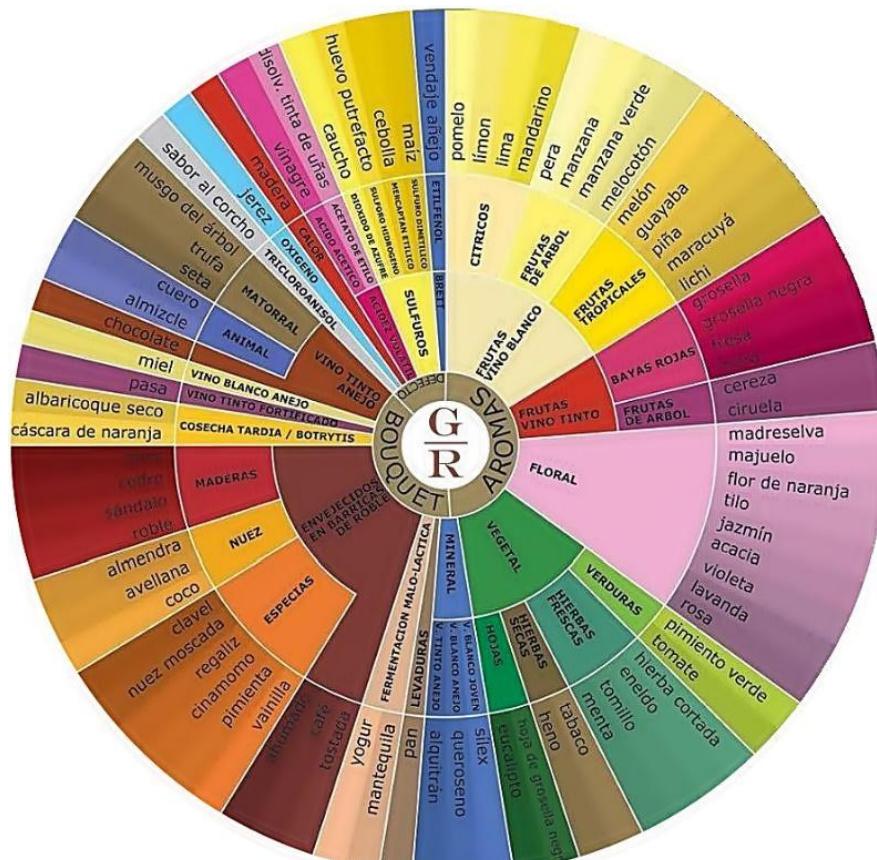
Intensidad odorífica: Se dice que un olor es más intenso que otro cuando, al mezclarse, ‘oculta’ a este último.

Que un olor sea más intenso que otro no significa necesariamente que tenga mayor potencia o poder odorífero; por ejemplo, es el caso del olor de la nafta (más intenso) en relación con el olor de la vainilla (más potente, tiene mayor persistencia).



Aún no están del todo aclaradas las relaciones que existen entre la constitución química y el olor de los cuerpos.

Este inconveniente, unido a la diversidad de olores que somos capaces de percibir y la condición subjetiva de los mismos, ha dificultado la tarea de clasificarlos, o, mejor dicho, de establecer una clasificación natural de los mismos que conforme a la generalidad de los especialistas. La simple clasificación en agradables y desagradables debe desecharse, pues es subjetivo, bien sabido es que un olor agradable para una persona puede ser desagradable para otra.



El insigne naturalista KARL LINNÉ (vulgarmente Linneo) los clasificó en 7 categorías, a saber: 1º aromáticos (laurel, clavel); 2º fragantes (azucena, azafrán); 3º ambrosíacos (almizcle, ámbar); 4º aliáceos (ajo); 5º fétidos (orina de gato); 6º repugnantes, (putrefacción) y 7º nauseosos (vómito).

77

Las substancias que dan olor suelen ser **ésteres** (los olores agradables), mientras que los desagradables provienen muchas veces de **aminas** (derivados del amoníaco) o compuestos **sulfurosos**.

CONDICIONES DE LA OLFACIÓN

Para que las sustancias odoríferas determinen impresiones olorosas no basta que se pongan simplemente en contacto con las neuronas olfativas; es necesario que sean movilizadas con cierta fuerza hasta la región amarilla de la pituitaria por medio de las corrientes de aire.

Siendo débil la corriente aerífera, la excitabilidad olfativa es menor, y aún puede no manifestarse.

Por esto, cuando los animales queremos establecer con mayor exactitud la naturaleza de un olor “husmeamos”, o sea que practicamos una serie de movimientos inspiratorios más intensos que los comunes.



Para que se produzca la excitación es preciso que el aire inspirado contenga una cantidad suficiente de partículas odoríferas.

La menor cantidad de una sustancia capaz de determinar una sensación olfativa constituye el mínimo perceptible de dicha sustancia, pero es relativo según los individuos.

La sensación olfativa requiere cierto tiempo para producirse después del contacto de la molécula olorosa sobre la mucosa olfativa y puede tener una duración bastante larga.

Pero cuando la excitación es repetida (continua) la sensación desaparece muy rápidamente, pues los órganos terminales del olfato se saturan muy rápido.

En este último caso se encuentran las personas que viven o trabajan en lugares malolientes y que al cabo de cierto tiempo terminan por no sentir los olores.

Para algunas sustancias es de unos 20 minutos.

La mucosa olfativa debe estar humedecida, para favorecer la disolución de las partículas olorosas y por lo tanto su acción sobre las células olfativas. Por eso, su integridad y funcionamiento normales tienen gran importancia en las manifestaciones de la **agudeza olfativa**, lo que explica que se reduzca y anule en el curso de los resfrios, al disminuir y aumentar las secreciones nasales, que pueden tapar la vía respiratoria.

78



Con cierta frecuencia las sensaciones olfativas se asocian con las gustativas, de hecho: **gusto + olor = sabor**

Por ello cuando no sentimos los olores no sentimos adecuadamente el sabor de las cosas.

OLFATOMETRÍA

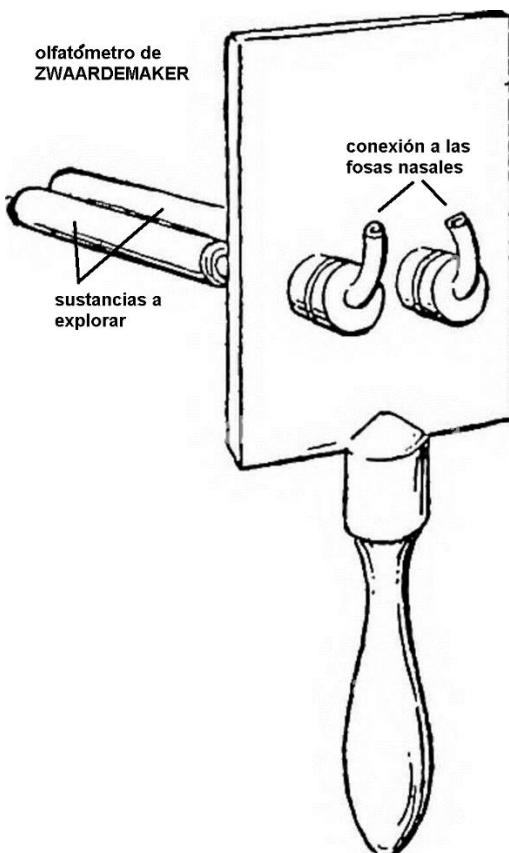
La olfatometría es un método cuantitativo para la determinación de la agudeza olfativa. Consiste sencillamente en colocar bajo la nariz diversos olores, explorando cada una de las fosas nasales, mientras que la otra está obturada por un algodón.

La olfatometría se practica principalmente por medio del olfatómetro de ZWAARDE-MAKER. Este instrumento consiste esencialmente en tubos construidos con porcelana porosa empapada en una solución odorífera y tubos de cristal para colocar en la/las fosas nasales (ver esquema). Se varía la concentración de la sustancia para conseguir los registros deseados.

Con este instrumento se evalúa la sensibilidad en unidades llamadas "**olfatías**": una olfatía está representada por la concentración necesaria para provocar una sensación; es por lo tanto la excitación correspondiente al mínimo perceptible de cada olor por un órgano normal.

La unidad escogida por ZWAARDEMAKER es arbitraria, pero permite determinar la agudeza olfatoria de un gran número de individuos sanos y enfermos.

79



ANOSMIA

Así se denomina a la incapacidad de oler.

La ausencia congénita de los nervios olfatorios o la destrucción de los mismos determinan la anosmia total, es decir, la anulación completa y permanente de la sensibilidad olfativa.

Ciertas enfermedades, como la **CoViD-19**, pueden producir anosmia transitoria de diferente duración, aparentemente por el ataque viral a las vías nerviosas del olfato.

Así como existen personas incapaces para distinguir de- terminados colores (Daltonismo o ceguera parcial), también las hay Insensibles a la acción de ciertos olores. Esta clase de incapacidad olfativa se denomina anosmia parcial. Por ejemplo: una persona puede ser insensible al olor de la vainilla, siendo normal para la percepción de los otros olores.

Como dijimos, la acción persistente de una sustancia olorosa puede determinar la fatiga parcial del olfato para ese olor, lo que prácticamente equivale a una anosmia parcial transitoria; la duración de la misma puede ser de varios minutos luego de finalizado el estímulo. Así, por ejemplo, un olfato puede estar fatigado para oler Sulfuro de hidrógeno, conservándose normal a la detección de, por ejemplo la banana o el jazmín.

El olfato es un sentido que depende de factores físicos y químicos.

Entre los vertebrados terrestres , aquí está el “Top Ten” de los olfateadores, medidos por el número de receptores olfativos/unidad de superficie (RO), entre los que no se encuentra el ser humano ni ninguno de sus parientes primates.

80

10- Cobayo 796

9- Perros 811*

8- Ranas 824

7- Caballos 1066

6- Ratones 1130

5- Tortugas terrestres 1137

4- Coatíes 1186

3- Comadrejas 1188

2- Ratas 1207



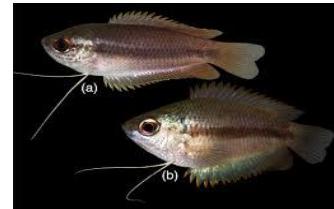
1. Elefante Africano 1948

*Número promedio, debido a las enormes diferencias entre razas. Un sabueso tiene en mayor puntaje, pero un Pekinés no llega a la mitad.

EN EL AGUA

En ciertos organismos (sobre todo acuáticos) el olfato y el gusto se pueden mezclar (no tener límites precisos) siendo generalizados como “sentidos químicos”.

El pez asiático del género *Trichogaster*, tiene los sensores químicos en la punta de sus largas y finas aletas pectorales. Cuando en el acuario se los alimenta, se puede observar que tocan la comida con las aletas para determinar su “sabor”.



El sentido del olfato no debe confundirse con el sentido de la captación de Feromonas (hormonas de atracción sexual) ya que este, tiene otros receptores³ y otra vía nerviosa. Por lo tanto debe ser considerado un sentido independiente.

Por ejemplo, ciertas polillas macho pueden detectar a una hembra a más de once kilómetros de distancia gracias a los receptores de feromonas que tienen en sus antenas plumosas.



81

La atracción sexual por medio de feromonas, no está limitada al reino animal. Las gametas de algas y hongos utilizan también estos mensajeros químicos para “encontrar pareja”

Pero volviendo a los olores, muchos organismos producen olores particulares para marcar su territorio o para defenderse.

Así por ejemplo el conocido zorrino o mofeta cuando se siente amenazado, sus glándulas anales segregan una mezcla de químicos que contienen azufre para producir un olor fétido. Puede disparar con precisión un chorro del líquido pestilente a una distancia de casi 5m, el cual puede causar ceguera temporal si cae en los ojos.



El **olor** del líquido es lo suficientemente fuerte como para ahuyentar incluso a osos y es casi imposible de quitar de la ropa.



Y las “chinches verdes” (Hemipteros) producen olores? Si fuera así, qué tipo de sustancia y cómo la esparsen?



82

¹Compare la calefacción de un automóvil y el proceso de atemperación del aire en la nariz, mediante un esquema con referencias.

² Porqué el inodoro de nuestro baño se llama “inodoro”? Desde cuándo existe? Cuál es el principio físico que lo hace funcionar?

³ Situados en el órgano Vómeronasal

Física del transporte de agua en las plantas terrestres



83

Seguramente todos sabemos que las plantas necesitan agua para su crecimiento y desarrollo, y que muchas de ellas la requieren en cantidades considerables de ese líquido.

Sin embargo, no es muy sabido que una proporción asombrosamente grande del agua absorbida del suelo es eliminada por la planta a la atmósfera sin que tenga intervención directa o permanente en su desarrollo ni en sus procesos metabólicos.

Probablemente, este desconocimiento general se debe al hecho de que la absorción del agua por parte de los vegetales se hace en el estado líquido, lo que nos es más familiar, mientras que la mayor parte de la pérdida se produce bajo la forma invisible de vapor.

LA PÉRDIDA DE AGUA EN LOS VEGETALES

La eliminación de vapor de agua en los vegetales vivos se conoce con el nombre de transpiración. Esta pérdida puede producirse en cualquier lugar del vegetal expuesto al aire. Esto es aplicable, inclusive, a las raíces en contacto con la atmósfera del suelo. Pero, en general, son las hojas los principales órganos de la transpiración, realizándola a través de los estomas; es lo que se llama transpiración estomática.



Estomas rodeados por células epidérmicas de una planta

Pero también por evaporación directa a través de la cutícula (si esta es fina) de las células epidérmicas de las hojas, se eliminan cantidades menores de vapor de agua, siendo esto lo que se llama transpiración cuticular. En realidad, todas las partes aéreas de la planta eliminan algo de agua por transpiración: sin embargo, como en algunos órganos hay una capa superficial casi impermeable al agua, la cantidad eliminada de esta manera es muy pequeña.

84



Las plantas crasas, las suculentas y los cactus tienen gruesas cutículas

Parte de la transpiración que se produce en tallos herbáceos, flores y frutos es de tipo cuticular, siendo siempre muy reducida. Estos mismos órganos tienen también estomas que permiten la transpiración estomática.

La eliminación de vapor de agua puede ocurrir, además, a través de las lenticelas de los frutos y tallos leñosos, fenómeno conocido como transpiración lenticelar.



Lenticelas en un tronco de un árbol

MAGNITUD DE LA TRANSPIRACIÓN.

La transpiración puede calcularse de diferentes formas: por unidad de área foliar, por unidad de peso seco o peso fresco, por planta, o por unidad de área de campo o de bosque.

La cantidad se puede expresar por hora, día, estación, o por períodos anuales.

85

La transpiración posee variaciones enormes de un tipo de planta a otro y aún dentro de un mismo tipo cuando se dan condiciones ambientales diferentes

La transpiración de plantas de hoja ancha en regiones templadas puede llegar hasta 5g/dm² de superficie foliar por hora.



En condiciones favorables para la transpiración estomática, son frecuentes cantidades entre 0,5 y 2,5 g/dm² por hora. De noche o durante períodos con suelo seco, bajas temperaturas, u otras condiciones desfavorables para la transpiración estomática, las condiciones pueden bajar a 0,1 g/dm³ por hora y aún más. En condiciones favorables, muchas plantas herbáceas transpiran varias veces su propio volumen de agua en un solo día.

La transpiración de plantas de gran tamaño, como árboles ya desarrollados, evidentemente no se puede medir en forma directa, pero es posible su estimación sobre la base de la población de hojas del árbol y la cantidad transpirada por algunas de las hojas. Es un proceso laborioso y es forzosamente aproximado aunque no muy alejados de la verdad

Los resultados, por ejemplo, indican que el agua transpirada por plantas de maíz durante el curso de una temporada (4 a 6 meses) es suficiente como para cubrir el campo donde están sembrados, con una capa de 37 cm de espesor.



Maizal

86

Se ha estimado que la transpiración de bosques de árboles de hojas caducas, p.ej. robles, es equivalente a 425-550 mm de lluvia por año.

FACTORES QUE AFECTAN LA TRANSPIRACIÓN.

La cantidad que transpira una planta, o cualquier hoja de una planta, varía día a día, hora a hora y, frecuentemente, minuto a minuto. Los factores ambientales, actuando sobre las condiciones fisiológicas del vegetal, influyen sobre la rapidez con que el vapor de agua se desprende de la planta.

Los factores ambientales más importantes que gravitan en la transpiración son:

- 1) la radiación solar,
- 2) la humedad,
- 3) la temperatura,
- 4) los vientos, y
- 5) la disponibilidad de agua.

Cuando hablamos de Radiación solar, se refiere a la luz visible y a otras formas de energía radiante (infrarrojas y ultravioletas) que llegan a la Tierra del Sol. El principal efecto de las radiaciones solares sobre la transpiración es que en la mayor parte de las especies vegetales, los estomas, permanecen cerrados en la oscuridad , y de esa manera la transpiración estomática (T.Est) se detiene virtualmente en forma completa. Como ninguno de los otros factores ambientales puede ejercer influencia sobre la T.Est, excepto cuando los estomas se hallan abiertos, la luz ocupa una posición de primordial importancia entre las condiciones ambientales que influyen sobre la transpiración.

87

Humedad. Se usan varias unidades para caracterizar las condiciones de humedad reinantes en una atmósfera determinada. Una de ellas es la presión real de vapor de la atmósfera o la Humedad Relativa Ambiente (HRA). En general, si otros factores permanecen constantes, cuando la presión de vapor o la HRA es mayor, más lenta es la transpiración.

Temperatura. Los efectos de la temperatura sobre la transpiración estomática pueden analizarse más claramente si se tienen en cuenta que a mayor temperatura , mayor será la evaporación y por ende mayor pérdida de agua.

Viento. Dentro de ciertos límites, a mayor velocidad del viento, mayor transpiración. Ya que el viento baja la concentración local de vapor sobre la superficie foliar, favoreciendo la salida de más vapor.

Pero en casos extremos, la planta puede cerrar sus estomas, impidiendo la deshidratación.

La cantidad de agua de que disponga la planta en el suelo es un factor importante y, a menudo, limitante de la transpiración. En general a menor cantidad de agua en el suelo, menor transpiración.



Pero normalmente, un suelo pobre en agua no frena completamente la deshidratación, por lo que la planta puede marchitarse y morir.

88

Las moléculas de agua, aunque se hallan en incesante movimiento, se atraen poderosamente unas a otras. En grandes masas de líquido no resulta evidente la existencia de tal atracción molecular, pero en cambio es fácilmente demostrable si se pone agua en tubos largos de diámetro pequeño (capilar).

Si el agua de la parte superior de un tubo capilar es "tirada" hacia arriba (p.ej. absorbida o evaporada), la tensión resultante se transmitirá a lo largo de toda la columna de agua debido a la atracción mutua (cohesión) entre sus moléculas. Más aún, a causa de la atracción entre las moléculas de agua y las moléculas de las paredes del tubo (adhesión), la tensión ejercida sobre la columna de agua no tiende a separar ésta de las paredes circundantes.

El sistema que describe la corriente de agua en las plantas es de este tipo. Columnas de agua finas y continuas, que se extienden de la copa a la raíz. Los vasos xilemáticos

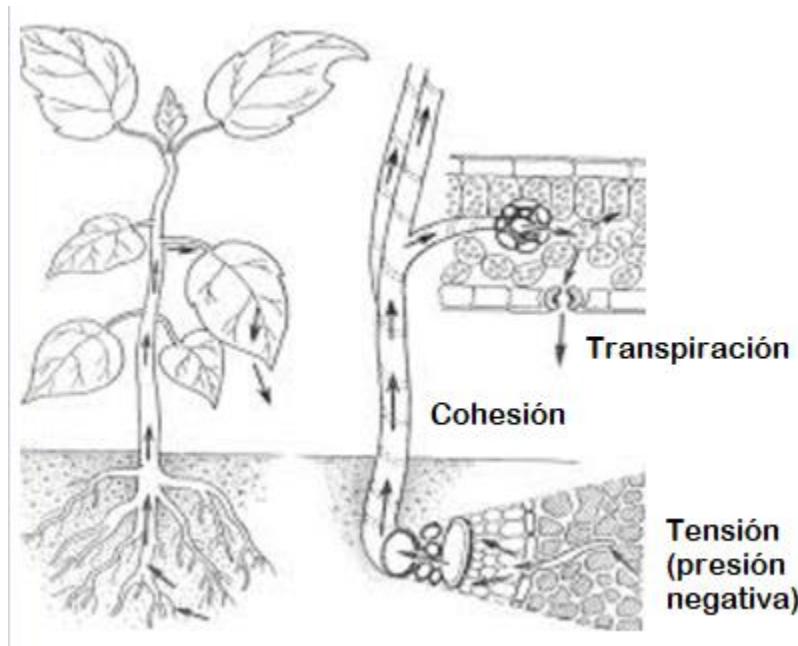
A causa de la cohesión entre las moléculas de agua y su adhesión a las paredes de los conductos del xilema, una tensión (diferencia de presión) que se aplique en cualquier punto del sistema se propagará a todas sus partes. Dicha tensión actúa sobre la columna de agua y crea dentro de ella una "presión negativa".

Siempre que haya evaporación en las hojas, aumentará su déficit de presión de agua (creará una presión negativa) y por consiguiente, el agua se traslada de un

vaso o traqueida hacia las células adyacentes, lo que ocasiona una tensión en la columna hídrica que permite que las raíces tomen agua del suelo para compensar la pérdida de más arriba.

A esta explicación se la conoce como:

TEORÍA COHESO-TENSO-TRANSPIRATORIA.



89

Pero como dijimos, el agua en la planta "per se" no es tan importante, pero si lo es como transportadora de iones (ej: sales disueltas), mantener la turgencia de muchos de sus órganos herbaceos (no lignificados) y para regular su temperatura (debido al calor latente de vaporización).

- . Diseña una experiencia para probar la circulación de agua en los vegetales que se pueda realizar en un laboratorio escolar



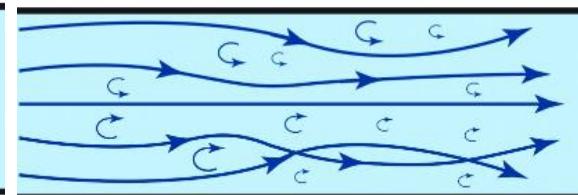
A vuelo de pájaro?

Existen dos tipos de flujos permanentes en el caso de fluidos reales, que es necesario conocer y entender:

flujo laminar

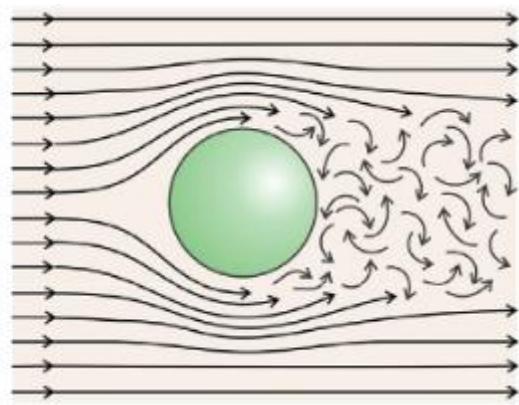
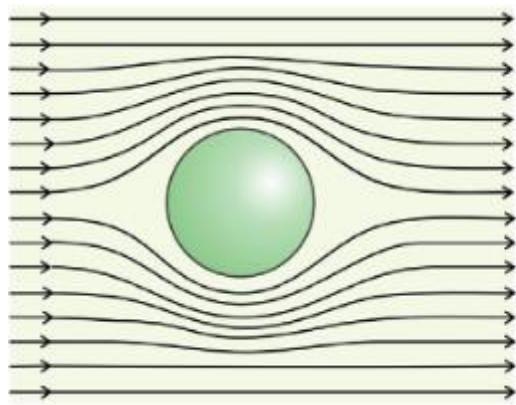


flujo turbulento.



90

Cuando un objeto se mueve en un fluido, o cuando el fluido se mueve alrededor de un objeto pueden producirse uno de estos fenómenos (dependiendo de múltiples factores como, velocidad, viscosidad del fluido, tipo de superficie)



En los Flujos Laminares, si dos partículas del fluido llegan juntas a la parte frontal del objeto (borde de ataque) deben llegar juntas a la parte posterior del mismo (borde de fuga).

En el ala de un ave, vemos un perfil semejante a esta forma:



El vuelo es el principal medio de locomoción utilizado por la mayoría de las aves.

Desempeña un papel destacado en la búsqueda de alimento, en su reproducción y en la capacidad de evadir predadores.

Pero ¿cómo logran volar?

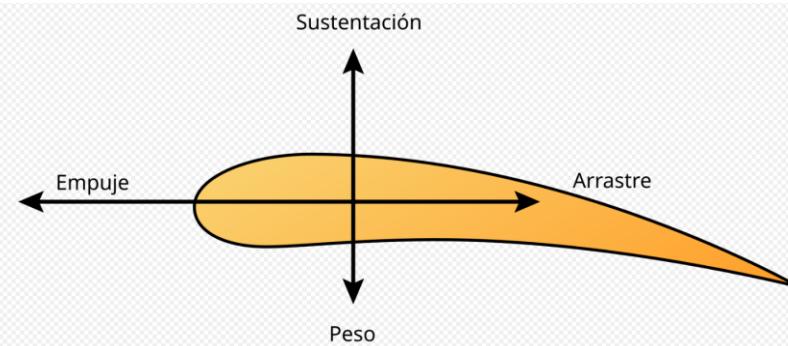
Mecanismo básico del vuelo de las aves

Los principios básicos del vuelo de un ave se basan en el **Principio de Bernoulli**, que nos dice que a mayor velocidad de un fluido es menor la presión que ejerce sobre las paredes.

Dijimos que, si dos partículas del fluido llegan juntas a la parte frontal del objeto (borde de ataque) deben llegar juntas a la parte posterior del mismo (borde de fuga). Pero si observamos con cuidado el recorrido de las partículas en la parte superior es mayor que el de las partículas del lado inferior del ala.

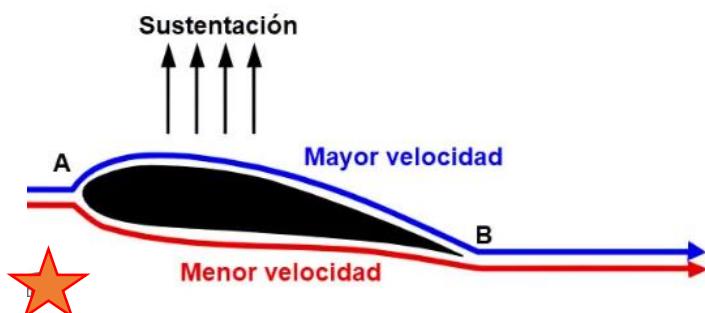
Si parten juntas y las de la parte superior tienen más recorrido, para llegar juntas con las de abajo, las de arriba deberían de ir necesariamente más rápido.

O sea, **Principio de Bernoulli** mediante la presión hacia abajo es menor (por lo tanto la presión hacia arriba es mayor llevando el objeto hacia arriba. A esto lo llamamos Sustentación.

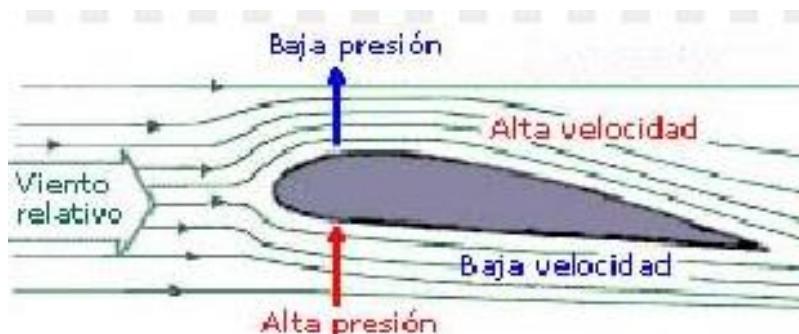


En otras palabras, a fuerza de sustentación es producida por la acción del flujo de aire a través del ala, de su perfil alar, lo que ocasiona que la fuerza de sustentación se produzca porque la presión

del aire es menor en la parte inmediatamente sobre el ala y ligeramente superior en la parte inferior del ala.



Las aves obtienen a partir de sus alas tanto una fuerza vertical como una fuerza de empuje adelante. Esto es así porque la fuerza de sustentación se produce en una dirección perpendicular a la del flujo de aire, la que en vuelo horizontal se produce en la parte inferior del ala. Por lo tanto la fuerza de sustentación posee un componente adelante. (El peso siempre actúa verticalmente abajo y por lo tanto no puede producir una fuerza adelante).

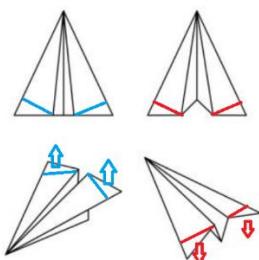


92

Veamos unos perfiles alares de un avión (a) de un gorrión (b) y comparémoslo con un corte de aleta dorsal de un delfín (c)



¿Qué conclusiones podemos obtener?



.Construye un avión de papel y hazlo volar. Ahora dobla hacia arriba el borde final de sus alas y hazlo volar. Qué variación se ve en su vuelo? Repite la experiencia doblando los bordes hacia abajo.

El procedimiento para hacer el avión está en el anexo 3

Estos datos de Aves te harán “Volar... la cabeza”

El ave más pequeña del mundo es el colibrí abeja, que mide solo 5 centímetros de largo y pesa menos de 2 gramos y puede batir sus alas hasta 200 veces por segundo.

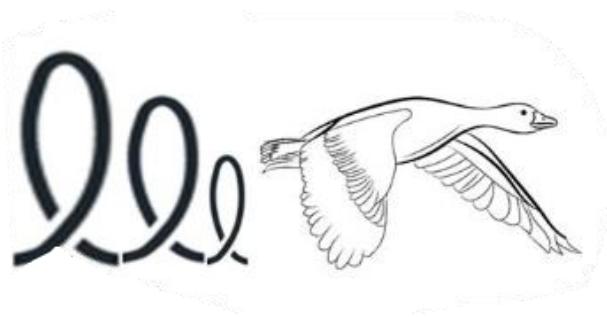
El ave más longeva del mundo es la albatros errante, que puede vivir hasta 60 años. Esta ave tiene una envergadura de hasta 3,5 metros y puede volar miles de kilómetros sin aterrizar, ni aletear, sólo aprovechando las corrientes de aire.

El ave más rápida del mundo es el halcón peregrino, que puede alcanzar una velocidad de hasta 320 km/h cuando se lanza en picado sobre su presa.

El ave más viajera del mundo es la golondrina ártica, que migra anualmente desde el Ártico hasta la Antártida y viceversa, recorriendo unos 70.000 kilómetros cada año.

Vuelos en formación de "V" o cuña

Las aves vuelan en formación en "V" principalmente por dos razones: eficiencia energética y navegación. Aquí nos ocuparemos de la primera.



93

En formación "V", las aves se aprovechan del fenómeno conocido como “Succión aerodinámica” (muchos motociclistas utilizan este fenómeno al colocarse detrás de los camiones, con lo que ahoran combustible, aunque esta maniobra es francamente insegura).

Cuando un ave vuela, crea tras de si un flujo turbulento de aire detrás de sus alas que facilita el avance. Al volar detrás de otra ave en formación en "V", las aves siguientes pueden posicionarse de manera que aprovechen este flujo, lo que les permite reducir la resistencia aerodinámica y ahorrar energía. La posición en "V" les proporciona un impulso adicional (actuando como si fuera una gigantesca ala, lo que les permite volar con mayor eficiencia que en solitario).

¿En qué contenido de la curricula de secundaria podrías utilizar lo visto aquí?



EN CONTRA O A FAVOR?

La termodinámica ("el movimiento del calor") estudia cómo se transporta la energía calorífica y la conversión del calor en otras formas de energía.

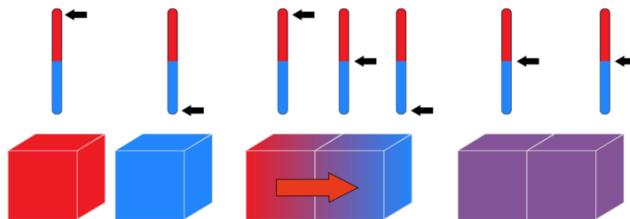
En un proceso de transporte de calor la temperatura, la presión o el volumen pueden experimentar cambios.

Una buena parte de la termodinámica consiste en cálculos matemáticos con estas y otras variables, los que permitan hacer predicciones sobre sus variaciones.

Los cuatro principios de la termodinámica fueron, históricamente tres las leyes llamadas primer, segundo y tercer principio de la termodinámica. Pero posteriormente se aceptó otra como fundamental y fue bautizada como el principio cero de la termodinámica.

Si un cuerpo caliente se pone en contacto con otro frío, las temperaturas se igualan después de cierto tiempo. El objeto caliente emite más energía de la que recibe y el frío absorbe una cantidad neta de calor. Los dos objetos emiten y absorben energía continuamente (aunque en cantidades diferentes) y este proceso de intercambio no cesa hasta la igualación de las temperaturas.

94



En este último estado la emisión y absorción es la misma para cada objeto; se dice entonces que están en equilibrio térmico.

El principio cero establece que si dos objetos están individualmente en equilibrio térmico con un tercero, entonces están en equilibrio entre sí.

El primer principio tiene en realidad dos partes; la primera es la ley de conservación de la energía y la segunda parte define explícitamente el concepto de energía calorífica y sus posibles conversiones a otras formas de energía.

Si se suministra energía a un sistema, el primer principio establece que dicha energía se usa en cambiar la energía interna del sistema y en la energía mecánica que permite al sistema realizar un trabajo.

Por ejemplo, en un motor naftero (de explosión), se realiza la combustión de aire y de vapor de nafta después de comprimir la mezcla e iniciarla con una chispa eléctrica (de la bujía). Esta reacción química libera una energía que provoca una expansión de los gases producto de la combustión (dióxido de carbono y agua), la cual, a su vez, realiza un trabajo moviendo el motor (técticamente al pistón).

Los gases quemados están más calientes que el sistema antes de la explosión; esto significa un cambio en la energía interna del sistema motor.

El calor liberado es igual a la suma de esta energía interna más el trabajo realizado.

Luego de esta primer Principio que describe la conservación de la energía, el segundo habla sobre la dirección del flujo de calor entre cuerpos de distinta temperatura. Y establece que el calor sólo puede fluir espontáneamente del objeto caliente al frío.

El calor aumenta la movilidad de las moléculas del objeto frío, incrementando así su "desorden" interno.

95

El tercer principio de la termodinámica establece la imposibilidad de enfriar una sustancia hasta el cero absoluto.

Esta temperatura correspondería, por ejemplo, a un gas cuya presión fuese nula (0°K).

Todas sus moléculas estarían totalmente inmóviles y con energía cero, de forma que ya no quedaría energía para extraer del sistema (y continuar el enfriamiento sería, por tanto, imposible).

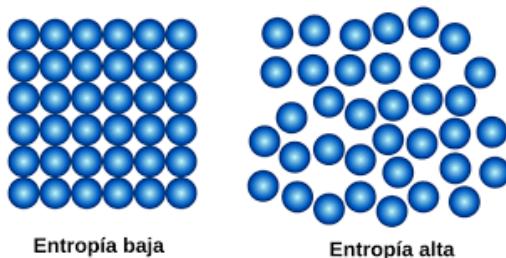
A medida que la temperatura de una sustancia se acerca al cero absoluto ($-273,16^{\circ}\text{C}$) se hace más difícil proseguir el proceso de enfriamiento.

Como dijimos, el segundo principio establece, la tendencia natural del calor de fluir de los puntos de alta temperatura a los de temperatura menor.

Existe un parámetro que mide el estado interno de orden o desorden del sistema y debe tomar valores diferentes en los estados inicial y final de los procesos realizables y permitidos por el primer principio.

Este parámetro se llama **entropía**.

El segundo principio exige, entonces, que la entropía de un sistema sólo puede aumentar o permanecer constante.



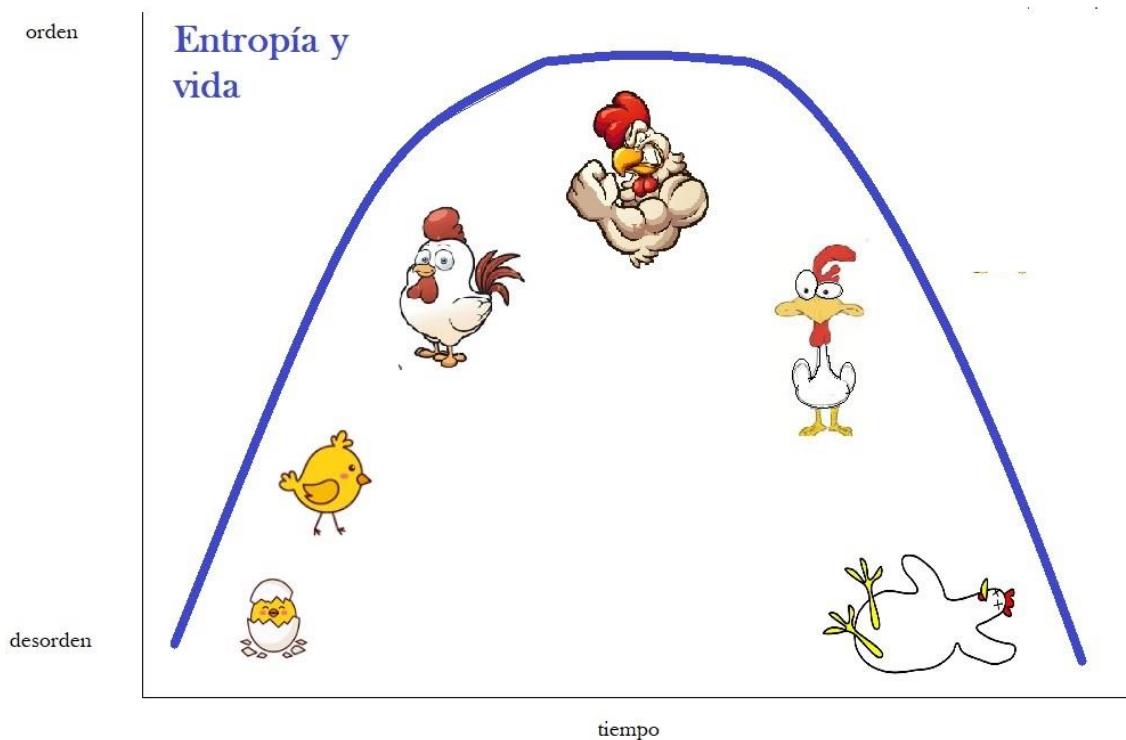
Cualquier máquina muestra que el consumo de energía es siempre mayor que el trabajo útil que produce.

La entropía de un sistema expone la energía inaccesible del sistema, y la segunda ley asegura que ella no puede disminuir en un sistema aislado.

El calor es el movimiento aleatorio de los átomos, y cuando la energía se degrada en calor, los átomos adoptan un estado más desordenado: la entropía es la medida de este desorden.

Los seres vivos, tomados aisladamente desde su concepción hasta el comienzo de su adultez parecen contradecir el segundo principio. En otras palabras, su grado de organización es mayor que lo que se desorganiza. En la edad adulta ambos parámetros se igualan y luego comienza una progresiva (mayor) desorganización la que termina finalmente con la vida del individuo.

96



En realidad, si consideramos al sistema completo, el organismo y su entorno nunca viola el segundo principio, ya que para organizar su cuerpo desorganiza (p.ej) los alimentos que consume, y en mucha mayor cantidad.

Esto es realmente evidente al observar las "pirámides alimentarias" donde en cada escalón se pierde aproximadamente el 90% de la energía.



Este comportamiento queda resumido en la célebre frase de E. Schrödinger: **«un ser vivo en crecimiento se mantiene vivo en su estado altamente organizado a costa de extraer continuamente orden (entropía negativa) de su ambiente».**

97



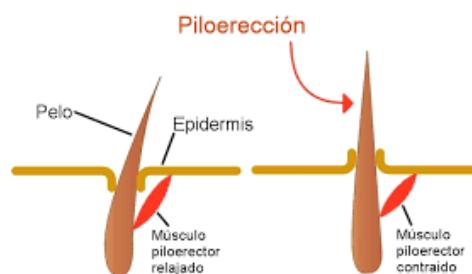
Erwin Schrödinger

“E” de PICERAS,

“E” de ENDO, ECTO, EXO?

En Biología, la “E” de PICERAS, nos trae la Energía y con ella, varios otros, como el concepto de **endotermo** (del gr. endo= "dentro" y thermos= "calor") se aplica a un organismo que mantiene su cuerpo a una temperatura metabólicamente favorable, mayoritariamente por el uso de calor liberado por sus funciones corporales internas (en lugar de depender del calor del ambiente que lo rodea).

Dicho calor generado internamente es principalmente un producto secundario del metabolismo normal del animal, pero en condiciones de frío excesivo o baja actividad, un endotermo puede utilizar otros mecanismos especiales adaptados específicamente a la producción de calor. Ejemplos de estos mecanismos incluyen ejercicios musculares involuntarios, como son los temblores o escalofríos, y mecanismos que impidan la pérdida excesiva de calor (p.ej.: piloerección y vasoconstricción periférica)



98

La piloerección crea mayor cámara de aire entre el animal y la piel, por lo que se reduce la pérdida de calor

Se acepta que, entre los vertebrados, sólo las aves y los mamíferos son los grupos de animales universalmente endotérmicos. Aunque ciertos tiburones, lagartos y atunes también tienen metabolismos, al menos en parte, endotérmicos.

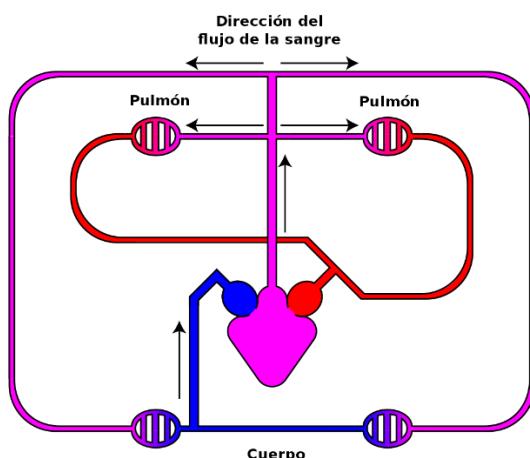
Respecto a su actividad, los animales endotérmicos pueden estar óptimamente activos más horas en lugares con variaciones bruscas de temperatura entre el día y la noche y durante más tiempo del año en lugares con grandes diferencias estacionales de temperatura.

En el lenguaje común, a los animales endotérmicos se los llama como "de sangre caliente". Lo opuesto a la endotermia es la ectotermia, aunque en general, como dijimos no existe una separación absoluta o clara en la naturaleza entre los endotermos y los ectotermos.

¿Cómo logramos mantener el calor?

Los endotermos (en general) tienen muchas más mitocondrias por célula que los ectotermos. Esto les permite, metabolizar (oxidar) más rápido y así generar calor a mayor velocidad, mientras que

“queman” (metabolizan) las grasas y los azúcares. Así como un importante flujo de oxígeno que sostenga la actividad mitocondrial. Entonces los animales con circulaciones dobles cerradas y completas, esto es sin mezcla sanguínea (oxigenada/carboxigenada), tienen el suficiente oxígeno en sangre como para poder tener un elevado y constante metabolismo aerobio.



El sistema circulatorio de los anfibios muestra una mezcla de sangre en el ventrículo (en color violeta en el esquema) por lo que la proporción de oxígeno en sangre no sería suficiente para mantener un metabolismo compatible con la Endotermia

Por ello, para mantener su metabolismo superior, los animales endotérmicos siempre requieren más alimento que los animales ectotérmicos, y generalmente un suministro más sostenido de ese “combustible” metabólico.

99

No debemos olvidar el factor de regulación nerviosa de la temperatura, básicamente en el hipotálamo, donde el sistema nervioso autónomo arbitra los medios para la producción o pérdida de calor corporal en todo momento.



La temperatura corporal normal resulta de un equilibrio sostenido en forma muy precisa entre la producción y pérdida de calor durante un estado de reposo. Los lugares de producción de calor, en circunstancias normales, son el hígado y los músculos esqueléticos, esto es más evidente durante el ejercicio o en procesos febriles patológicos. La pérdida de calor en cambio, tiene lugar en la piel y pulmones, sea por radiación, convección o evaporación. Los mecanismos primarios, en virtud de los cuales persiste el control de la temperatura, incluyen al Sistema Nervioso. En este sentido, la pérdida o conservación de calor se logran mediante el S.N. Autónomo, dentro de su concurso en la regulación del riego sanguíneo de la piel.

El centro termorregulador, localizado en el hipotálamo responde a: 1.- estímulos de los termorreceptores de la piel (superficiales) que se excitan por cambios de temperatura corporal y 2.- estímulos de los termorreceptores del hipotálamo que responden a ligeros cambios de temperatura de la sangre. El centro termorregulador opera como termostato

La endotermia también es un factor importante durante la reproducción, por ejemplo, al expandir el rango térmico en el que una especie puede reproducirse, ya que los embriones en desarrollo generalmente son sensibles a las fluctuaciones térmicas, que son fácilmente toleradas por los adultos.

Una ventaja adicional de la endotermia es la protección contra las infecciones, ya que el sistema inmunológico trabaja rápida y constantemente con la temperatura más alta y constante.

De hecho, la fiebre es una respuesta adaptativa (“A” de PICERAS) del organismo frente a las infecciones, porque una elevación de temperatura acelera la producción de una respuesta inmune.

Se cree, con bastante fundamento, que la evolución de la endotermia fue crucial en el desarrollo de la diversidad de especies de mamíferos en el Mesozoico. La endotermia les dio a los mamíferos ancestrales la capacidad de estar activos durante la noche manteniendo pequeños sus cuerpos. Ciertas adaptaciones en la fotorecepción y la pérdida de protección UV que caracterizan a la mayoría de los mamíferos modernos se explican como adaptaciones a un estilo de vida originalmente nocturno, lo que podría sugerir que el grupo atravesó un “cuello de botella evolutivo” (llamado *La hipótesis del cuello de botella nocturno*). Esto podría haber evitado la presión depredadora de los reptiles que eran (y son) diurnos.



100

Endotermia de ejercicio

Algunos insectos y reptiles pueden mantener una temperatura (por tiempos limitados) por encima de la temperatura ambiente mediante el ejercicio. Esta es conocida como endotermas de ejercicio o facultativas.

Así la abeja, genera calor contrayendo los músculos del vuelo sin mover sus alas, pero solo es eficiente en cierto umbral de temperatura, p.ej: por debajo de los 14 °C, la abeja vuelve a la ectotermia completa.



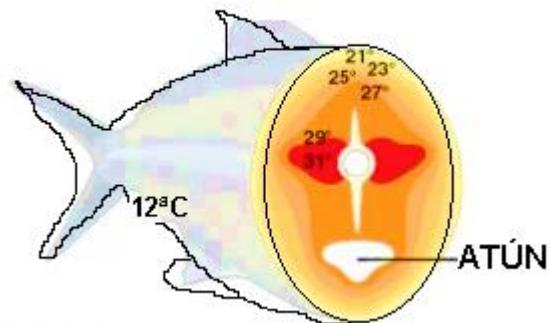
Varias especies de boas que utilizan su calor metabólico para incubar sus huevos, las hembras rodean sus huevos con sus cuerpos y se estremecen (generando calor) y así incubarlos.

Endotermia regional

Se ha demostrado que algunos ectotermos, incluidas varias especies de peces y reptiles, utilizan la endotermia regional, la actividad muscular hace que ciertas partes del cuerpo permanezcan a temperaturas más altas (p.ej.: a los atunes, les permite una mejor locomoción y uso de los sentidos en ambientes fríos).



ENDOTERMIA REGIONAL



ENDO, ECTO, EXO?

Los términos metabólicos "ectotermo" y "endotermo" en Biología se refieren respectivamente a los organismos que dependen en gran medida del calor externo para alcanzar su temperatura de vida activa, y a los organismos que producen calor desde dentro como un factor importante para controlar la temperatura corporal.

En contraste para la terminología termodinámica "exotérmico" y "endotérmico" se refieren respectivamente a procesos que emiten energía térmica y procesos que absorben energía térmica.

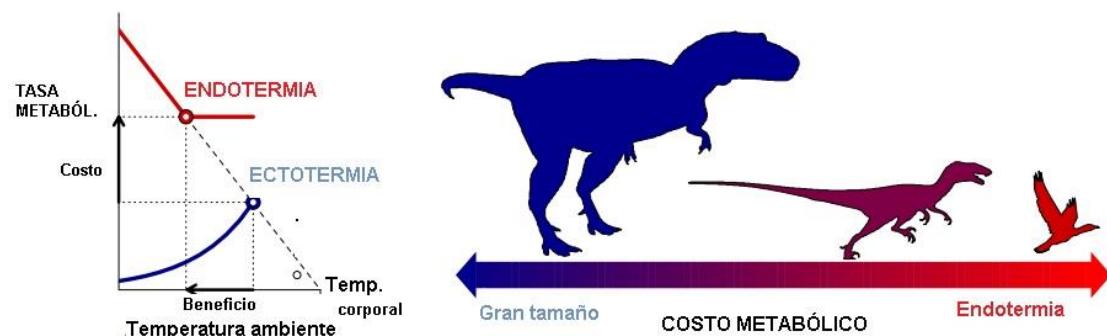
Por ello, muchos encuentran (justamente) una fuente de posible confusión entre la terminología de la física y la biología. Desde esta cátedra no respaldamos usar términos similares para procesos diferentes, dentro de las fronteras de la ciencia.

101

¿GRANDE FRÍO o PEQUEÑO CALIENTE?

Una teoría sobre la evolución de la endotermia y la miniaturización⁴ en el linaje de los dinosaurios terópodos que conduce a las aves, se basa en la diferencia entre el costo-beneficio de cambiar de ectotermia a endotermia para diferentes rangos de tamaño corporal.

Esto se cuantificó con el modelo⁵ que describe cómo un aumento del metabolismo en reposo (costo) aumenta el beneficio (nicho térmico).



Las líneas sólidas azul y roja representan las curvas metabólicas de un ectotermo y endotermo típicos, respectivamente.

Una reducción en el tamaño corporal, consistente con la evolución propuesta, desde dinosaurios terópodos ancestrales hasta aves basales, constituye (según el autor) el camino evolutivo de menor resistencia ya que los costos energéticos de administrar grandes cuerpos se intercambian por los de ser endotérmicos (a priori, con mayor gasto).

En otras palabras, el gasto energético de mantener un cuerpo grande (a temperatura ambiente = Ectotermia) es similar a mantener un cuerpo más pequeño (a temperatura constante = Endotermia) pero los endotermos adquieren la ventaja adicional de poder tener actividad permanente⁶, cosa que los ectotermos no tienen, pues al bajar su temperatura corporal entran en sopor o hibernación. Todo es una cuestión de Energía.

102



⁴ Rezende et al., Sci. Adv. 2020; 6 : eaaw4486 1 January 2020

⁵ de Scholander-Irving

⁶ Aumento del nicho térmico



La aparición del orden

La autoorganización es la aparición del orden.

En física, el **orden** es un término que hace referencia tanto a las *formas*, tales como la simetría compleja de los copos de nieve, como las rayas de las cebras y las ondulaciones en la arena; y a los **ciclos**, como en la creación de sonidos cuando un ave canta.

Al mirar a nuestro alrededor, observamos que todos los ejemplos de lo que llamamos **belleza** son una combinación de formas, patrones y ciclos.
(Pensalo, estás de acuerdo?)



103

La Autoorganización por lo tanto podría ser llamada, el estudio del origen de la belleza.

La autoorganización es un fenómeno raro en la naturaleza, ya dijimos que (aparentemente) va en contra del segundo principio de la termodinámica.

Es bajar (localmente) la cantidad de Entropía en un universo que está “condenado” a aumentarla por siempre, hasta su total desintegración.

Es la extrañeza de este fenómeno de autoorganización, la que nos maravilla.

Quizás nuestro cerebro lo reconoce como bello (bueno), porque una disminución de la entropía es la única forma de estar vivos.



Como dijimos, la autoorganización es la aparición del orden.

Todo crecimiento y todos los procesos de crecimiento son fenómenos de autoorganización.

104

La aparición del orden se revela en la diferenciación de las células de un embrión en el interior del cuerpo de una mujer; en la formación de los patrones de color de los tigres, de los peces tropicales y de las mariposas; en las disposiciones simétricas de las hojas o los pétalos en las flores; en la formación de los ritmos biológicos; y miles de otras manifestaciones en los seres vivos.

¿Alguna vez reflexionaste sobre la manera increíblemente maravillosa en que crecen los huesos, los dientes, la conchilla de un caracol o de un microscópico foraminífero? Un material prácticamente inorgánico construye formas y alineaciones que encajan exactamente una en la otra.



También la formación de las redes neuronales en el cerebro, antes y después del nacimiento, es otro proceso de autoorganización. Incluso los procesos físicos que están en la base del pensamiento, y que implican señales eléctricas variables (como las que están pasando, justo ahora, en tu cerebro), se pueden describir en términos de autoorganización.

La evolución biológica es un caso excepcional de crecimiento.

Un caso excepcional de crecimiento, sometido a prueba a cada instante, por la presión del medio, lo que llamó Darwin "Selección natural".

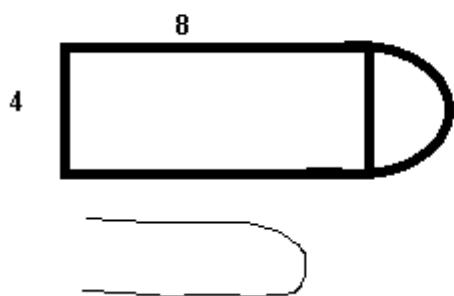
Tomemos un ejemplo de la evolución de las estructuras animales.

Resulta que las lenguas de las serpientes tienen esa forma bífida porque **esa es la forma más eficaz** en el seguimiento (captación) de los rastros químicos que dejan las presas de las serpientes y otras serpientes de la misma especie. (Las serpientes huelean con la ayuda de su lengua).

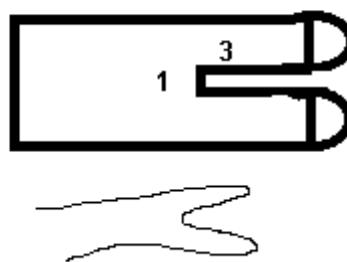
Pero, ¿porqué decimos "**esa es la forma más eficaz**"?

Pensemos en modelos de lengua (usemos una forma y medidas simplificadas, para facilitar el procedimiento y el cálculo)

A



B



105

Consideremos el espesor de las lenguas (arbitrariamente) como 1 y a los extremos como semicírculos.

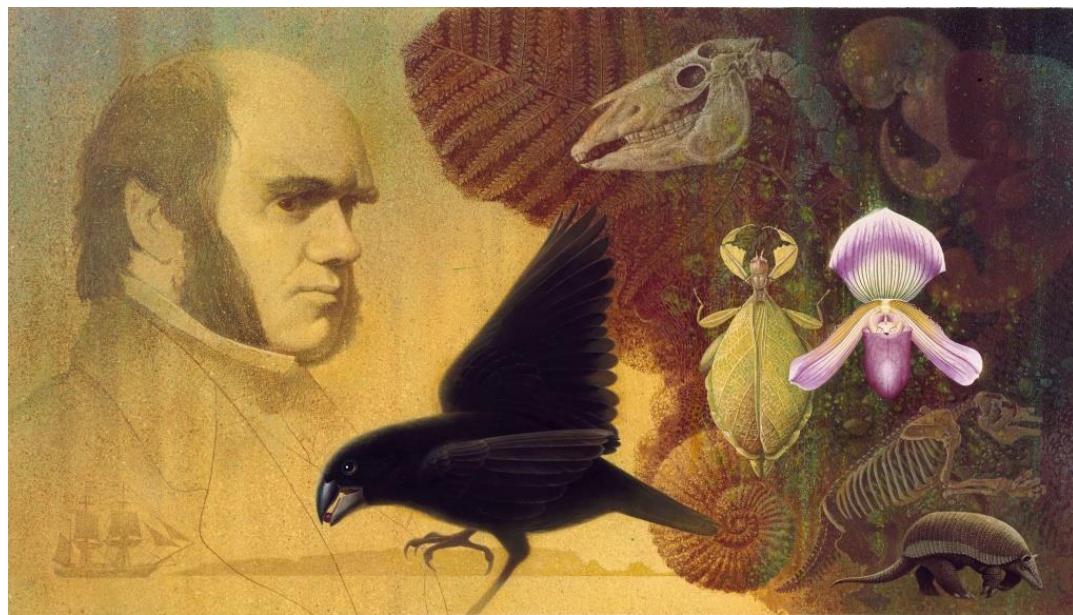
Si la hubiera, Cuál sería la ventaja de la bífida? Y por qué?

Los genes HOX, son en gran parte los responsables de la apariencia del “cuerpo” de los seres vivos. Son genes reguladores de genes (que construyen partes corporales). Estos movilizan el desarrollo de cierta parte o lo frenan (nuestro cuerpo es el producto de esta competencia entre “crecer y reducir”. Así vemos los enormes “colmillos” de los mamuts o los pequeños “brazos” de los Tiranosaurios.



Los estudios de los sistemas de autoorganización han trastornado nuestra comprensión de la naturaleza en un gran número de maneras.

- ✓ En primer lugar, han demostrado que los patrones y formas todos son debidos al movimiento. Sin movimiento, y por lo tanto sin historia (sin tiempo), no hay orden, ni patrones, ni ritmos. Cada patrón tiene una historia; cada modelo es una consecuencia del movimiento.
- ✓ En segundo lugar, los patrones, formas y ritmos se deben al movimiento organizado de un gran número de pequeños componentes. Los sistemas que se autoorganizan son siempre compuestos
- ✓ En tercer lugar, todos estos sistemas obedecen a ecuaciones de evolución que no son lineales. La experiencia indica que, los sistemas lineales no se autoorganizan.
- ✓ En cuarto lugar, la aparición y desaparición del orden depende del vigor de una fuerza motriz o proceso conductor, el llamado parámetro de orden.
- ✓ Finalmente, todo orden y toda la estructura aparecen cuando dos tipos generales de movimiento compiten entre sí, a saber, un proceso ‘motor’ que incrementa la energía y una «dissipación», un mecanismo de frenado. Por tanto, la termodinámica juega un papel en toda auto-organización. Los sistemas auto-organizados son siempre sistemas dissipativos, y están siempre lejos del equilibrio.



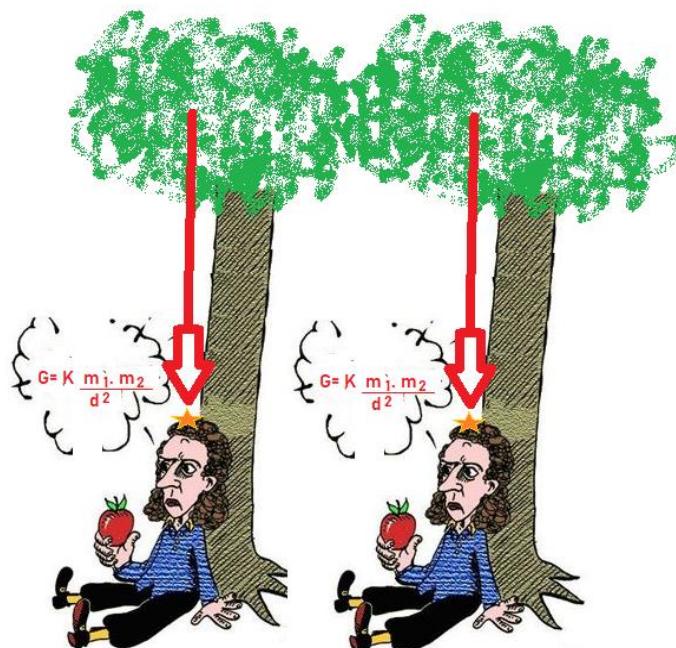
Y como ya dijimos:
Estar lejos del equilibrio es ***el secreto de la vida.***

NO HAY DESTINO

El “universo de relojería”: Después de que Newton propuso sus leyes del movimiento y gravitación, Laplace señaló que si un intelecto poderosísimo (conocido como el demonio de Laplace) conociese las leyes de Newton, fuese un consumado matemático y tuviese acceso a una descripción de la posición actual y el momento de cada partícula del universo, dicho intelecto sería capaz de calcular cualquier acontecimiento futuro o pasado de la historia del universo.

Por eso se dice que, la visión newtoniana clásica del mundo es determinista.

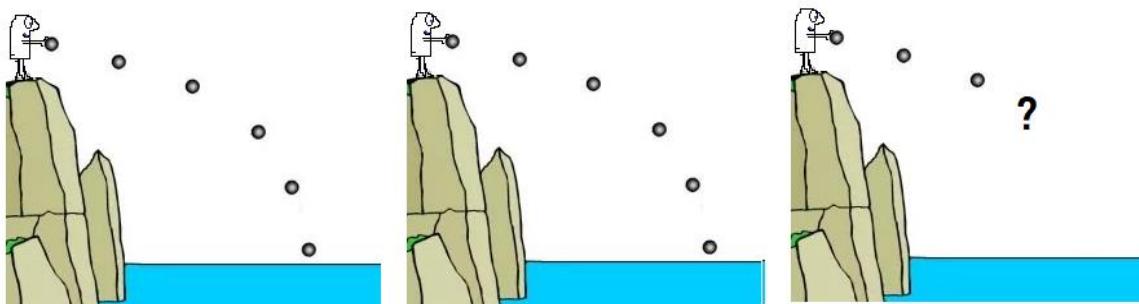
Así, una de sus ideas básicas es que, una vez conocida la posición y velocidad de un objeto en un tiempo particular, su posición futura se puede predecir si se conocen las fuerzas sobre él.



108

Por ejemplo, si se lanza una piedra varias veces con la misma velocidad y ángulo iniciales, y las fuerzas sobre ella permanecen constantes, su trayectoria siempre será la misma y caerá en el mismo lugar.

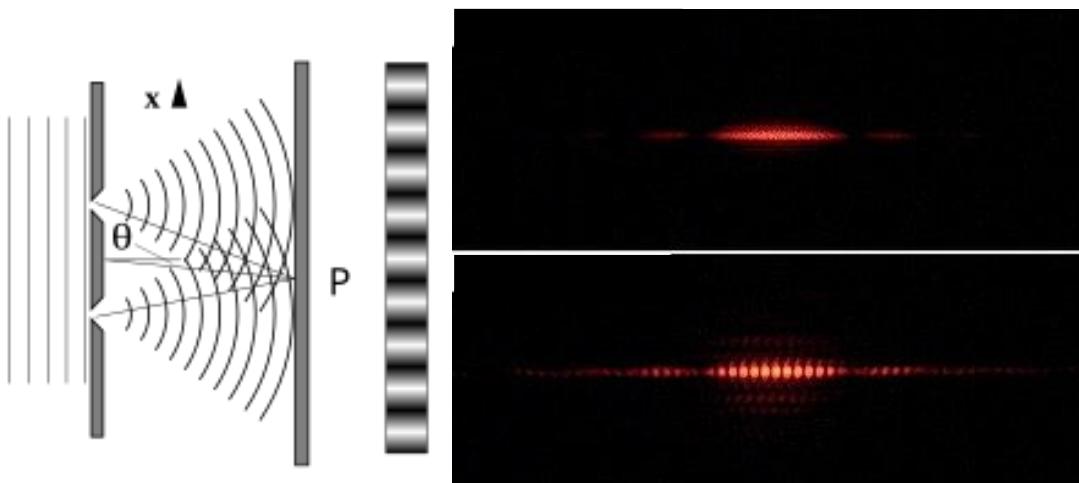
Si se conocen las fuerzas (gravedad y resistencia del aire, cuando existe esta última), la trayectoria de la piedra se puede predecir con precisión.



Esta visión mecanicista implica que el desarrollo futuro del Universo, que se supone constituido por objetos físicos particulares, está completamente determinado.

Esta visión determinista clásica del mundo físico se alteró radicalmente con la mecánica cuántica. Como se ve en el análisis del famoso experimento de doble rendija, los electrones en la misma forma no terminarán en el mismo lugar. De acuerdo con la mecánica cuántica, existen ciertas probabilidades de que un electrón llegue a diferentes puntos. Esto es muy diferente de la visión clásica, en la que la trayectoria de una partícula es exactamente predecible a partir de la posición y velocidad iniciales, y de las fuerzas que se ejercen sobre ella.

109



Este experimento fue realizado por primera vez, utilizando luz, por Thomas Young en 1801. Foto: arriba:una rendija, abajo: dos rendijas

De acuerdo con la mecánica cuántica, la posición y velocidad de un objeto no pueden conocerse con exactitud al mismo tiempo. Esto se expresa en el principio de incertidumbre⁷, y surge porque sus

⁷ no se puede determinar simultáneamente el valor de pares de variables físicas con precisión arbitrariamente grande, como por ejemplo la posición y el momento lineal (cantidad de movimiento) de un objeto dado. En otras palabras, cuanta mayor certeza se busca en determinar la posición de una partícula, menos se conoce su momento lineal y, por tanto, su masa y velocidad. Este principio fue enunciado por el físico teórico alemán Werner Heisenberg en 1927

entidades básicas, como los electrones, no sólo se consideran como partículas, ya que también tienen propiedades de una onda (ondulatorias).

La mecánica cuántica permite calcular sólo la probabilidad de que, por ejemplo, un electrón (cuando se considera como partícula) se observe en varios lugares. La mecánica cuántica dice que hay cierto carácter impredecible inherente a la naturaleza.

Puesto que la materia se considera como constituida de átomos, se espera que incluso los objetos de tamaño ordinario estén gobernados por la probabilidad y no por un determinismo estricto.

Por ejemplo, la mecánica cuántica predice una probabilidad finita (pero insignificante) de que, cuando alguien lance una piedra, su trayectoria súbitamente se curvará hacia arriba en vez de seguir la parábola con curva hacia abajo característica del movimiento normal de proyectiles.



La mecánica cuántica predice con probabilidad extremadamente alta que los objetos ordinarios se comportarán justo como predicen las leyes clásicas de la física. Pero estas predicciones se consideran probabilidades, no certidumbres.

La razón de que los objetos macroscópicos se comporten en concordancia con las leyes clásicas con tan alta probabilidad se debe al gran número de entidades implicadas: **cuando en una situación estadística se presenta un enorme número de objetos, las desviaciones del promedio (o del resultado más probable) tienden a cero.**

Por ello, la configuración promedio de gran número de moléculas sigue las llamadas leyes de la física clásica con tan alta probabilidad, que da lugar a **un aparente “determinismo”**.

Las desviaciones de las leyes clásicas se observan cuando se estudia un muy pequeño número de entidades.

Entonces, se puede decir que, aunque no hay leyes deterministas precisas en la mecánica cuántica, hay leyes estadísticas basadas en la probabilidad.

La probabilidad en la mecánica cuántica; se ve como inherente a la naturaleza, y no como una limitación en la capacidad para calcular o medir.

La visión que así se presenta se llama **interpretación de Copenhague** de la mecánica cuántica, en honor a la ciudad natal de Niels Bohr.

ANEXO 1

PICERAS, la vida y la termodinámica

El enfoque **P.I.C.E.R.A.S** (o PICERAS) de **Daniel Koshland** es un modelo que describe las características esenciales que definen la vida, basándose en criterios que pueden aplicarse tanto a organismos biológicos (terrestres o extraterrestres) como a sistemas potencialmente vivos u organismos sintéticos. Cada letra de este acrónimo representa un principio clave que, según Koshland, puede ayudarnos a comprender las **características termodinámicas y funcionales de la vida** desde una perspectiva científica más amplia.

Una breve descripción del Enfoque P.I.C.E.R.A.S:

1. **P – Programación:** La vida depende de un programa que dicte su funcionamiento, como el ADN o el ARN en los seres vivos. Este "programa" codifica la información necesaria para las reacciones químicas que mantienen la vida, similar a cómo un software dicta las operaciones de una computadora. En términos termodinámicos, la existencia de un programa permite la organización estructural y funcional que reduce la entropía localmente.
2. **I – Improvisación:** Un sistema vivo debe ser capaz de adaptarse y evolucionar. La capacidad de improvisar permite a los seres vivos modificar su "programa" (por ejemplo, a través de mutaciones genéticas) como respuesta a la Selección Natural.
3. **C – Compartimentalización:** Los seres vivos están organizados en compartimentos, como células, membranas o piel, que permiten regular el flujo de energía y sustancias químicas. Estos compartimentos controlan el intercambio de energía y a las concentraciones precisas, manteniendo el sistema lejos del equilibrio termodinámico, lo que es crucial para sostener la vida.
4. **E – Energía:** La vida requiere de una fuente de energía para llevar a cabo las reacciones químicas necesarias para mantener su estructura y función. El metabolismo es un proceso que utiliza energía para realizar trabajo biológico y mantener un estado de baja entropía. Este flujo continuo de energía permite a los organismos luchar contra la tendencia natural hacia el desorden, que es característica de la termodinámica. Esto es fundamental para la supervivencia a largo plazo y muestra cómo los sistemas vivos intercambian energía y materia con su entorno para mantenerse en condiciones alejadas del equilibrio termodinámico.
5. **R – Regeneración:** Los sistemas vivos tienen la capacidad de reproducirse, autorrepararse y regenerar componentes que se deterioran con el tiempo. Este proceso es fundamental para mantener el orden interno y equilibrar la tendencia natural hacia la entropía.

6. **A – Adaptabilidad:** Además de improvisar a lo largo de generaciones, los seres vivos también deben adaptarse a su entorno a corto plazo. La adaptabilidad, como respuesta conductual o fisiológica, permite a los organismos responder rápidamente a cambios en el entorno sin modificar su programación básica.
7. **S – Segregación:** La vida tiene la capacidad mantener separados sus procesos internos del entorno y de otros procesos que ocurren simultáneamente en el mismo organismo. La independencia de las rutas metabólicas son un ejemplo de cómo los sistemas biológicos mantienen su estabilidad interna (e independencia) mientras gestionan cuidadosamente los intercambios con el exterior.

Su relación con las características termodinámicas de la vida

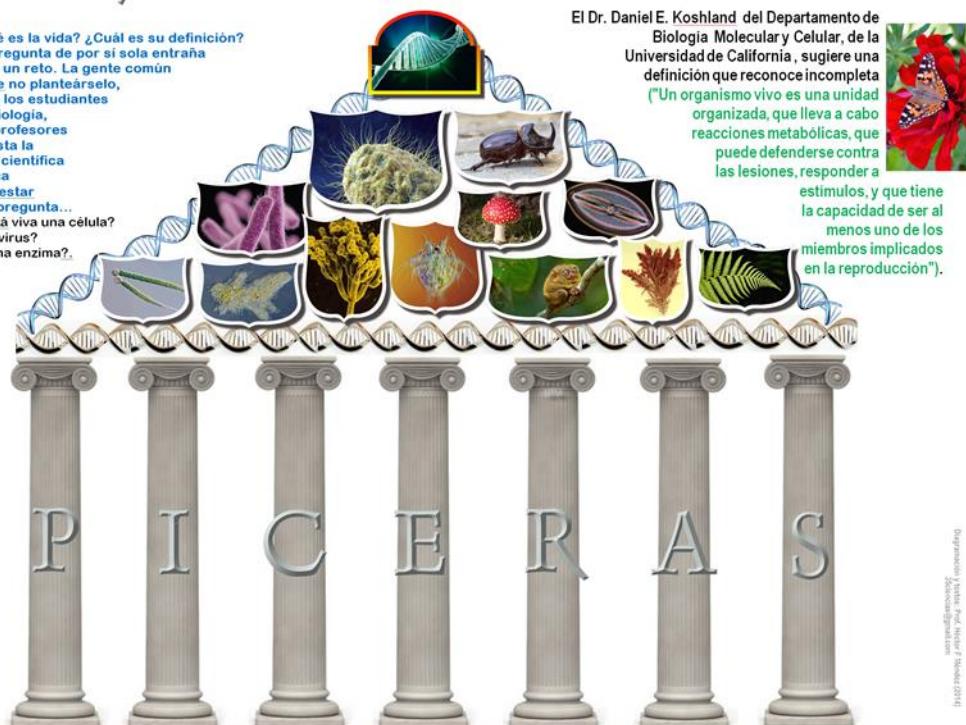
Desde el punto de vista termodinámico, el enfoque P.I.C.E.R.A.S resalta cómo los sistemas vivos manejan el flujo de energía y materia para mantener un estado de no equilibrio. Esto se traduce en:

- La **capacidad de la vida para mantenerse lejos del equilibrio** (entropía baja) mediante la toma y uso de energía constante (como p.ej: la energía del sol o de los alimentos).
- La **gestión del desorden** (entropía) en los sistemas vivos, lo cual se contrarresta por mecanismos de regeneración y compartmentalización.
- La **capacidad de los organismos** para modificarse, evolucionar y adaptarse , ajustando sus reacciones y modificando sus programas (aleatoriamente y por Selección Natural) a lo largo del tiempo para optimizar el uso de la energía.

El enfoque P.I.C.E.R.A.S. permite entonces, una comprensión integral de la vida, (en cualquier parte del universo) reconociendo que los seres vivos son sistemas altamente organizados y regulados que operan bajo las leyes de la termodinámica, pero que también pueden adaptarse y evolucionar para perpetuarse en ambientes cambiantes.

LOS 7 PILARES DE LA VIDA

¿Qué es la vida? ¿Cuál es su definición? La pregunta de por si sola entraña todo un reto. La gente común suele no plantearselo, pero los estudiantes de biología, los profesores y hasta la élite científica busca contestar esa pregunta... ¿Está viva una célula? ¿Un virus? ¿Una enzima?.



Diseño y arte: Prof. Héctor F. Méndez

113

Koshland dice: El interés actual por descubrir la vida en el espacio exterior y crear vida en sistemas artificiales obliga a definir o redefinir la esencia de la vida.

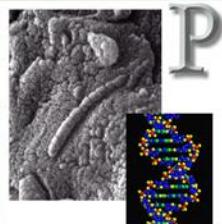
El indica en su trabajo, publicado en la prestigiosa revista *Science*, que la esencia de la vida se asienta sobre siete columnas o pilares de naturaleza termodinámica, que regulan todos los procesos vitales, a los que engloba bajo el acrónimo PICERAS (por las iniciales de cada uno de ellos).

I El segundo pilar es la IMPROVISACIÓN. Porque un sistema vivo será inevitablemente un fragmento pequeño del universo en el que vive, inevitablemente no podrá controlar todos los cambios de su ambiente, y por ello deberá tener alguna manera de cambiar su programa. En los seres vivos terrestres, un cambio así puede lograrse por un proceso de mutación y posterior selección natural.

E El cuarto pilar es la ENERGÍA. La vida tal como la conocemos involucra movimiento (de sustancias químicas, del cuerpo, o sus partes) y un sistema cerrado en movimiento no puede estar en equilibrio termodinámico. Debe ser un sistema abierto y estar metabolizando.



35ciencias
Ciencia • Educación
Educación Básica • Avanzada
Materias Grandes • Básicas • Avanzadas



P El primer pilar de vida es un PROGRAMA. Por "programa" queremos decir, un plan organizado que describe los componentes y las interacciones entre ellos, para que el sistema vivo persista a través de tiempo.

Para los sistemas vivientes terrestres, este programa es y se lleva a cabo por el ADN que codifica los genes de los organismos de la Tierra y eso se replica de generación en generación, con pequeños cambios pero siempre con el plan global intacto.

C El tercero es el COMPARTIMENTACIÓN. Los organismos que nosotros consideramos vivos se confinan a un volumen limitado, rodeados por una superficie que nosotros llamamos piel o membrana que contienen a sus componentes en un volumen definido y aislando de las sustancias del medio que pudieran diluirlos o contaminarlos. Podríamos resumirlo como la existencia de un "exterior" y un "interior".

R El quinto pilar es la REGENERACIÓN. Cuando un sistema que está funcionando, inevitablemente tendrá pérdidas y esas pérdidas alterarán adversamente el futuro de la cinética del programa, en un ser vivo debe haber un mecanismo para compensar esas pérdidas.



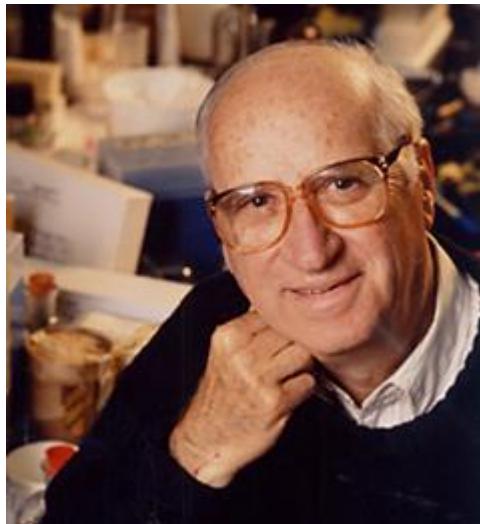
A La Adaptabilidad es una respuesta conductual que es parte integrante del Programa original.



S Finalmente la SEGREGACIÓN se define en referencia a la "privacidad" o "aislamiento" de unas vías metabólicas frente a otras, de forma que miles de reacciones pueden coexistir espacio-temporalmente con gran eficiencia dentro de un organismo vivo.



ANEXO 2: Daniel Koshland



Daniel E. Koshland Jr.

(1920-2007) fue un influyente bioquímico estadounidense, conocido por sus contribuciones fundamentales a la biología molecular y la bioquímica, así como por su trabajo como editor de la prestigiosa revista **Science**. Sus investigaciones y teorías han tenido un impacto significativo en la comprensión de los mecanismos bioquímicos en los seres vivos

114

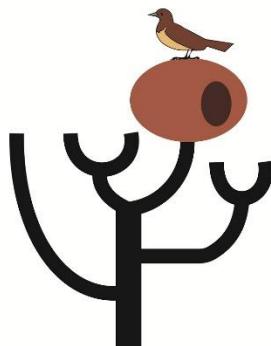
Cuáles fueron las principales contribuciones de Daniel Koshland:

1. **Modelo de "ajuste inducido" para la interacción enzima-sustrato:** Una de las contribuciones más conocidas de Koshland es su desarrollo del concepto de **"ajuste inducido"** (induced fit) en 1958, que propone que las enzimas no tienen un sitio activo rígido que encaje perfectamente con el sustrato desde el inicio, como sugería el modelo llave-cerradura. En lugar de eso, el sitio activo de la enzima cambia de forma al interactuar con el sustrato, adaptándose para catalizar de manera eficiente las reacciones bioquímicas.
2. **Estudios sobre regulación enzimática:** Koshland investigó cómo las enzimas son reguladas y cómo las modificaciones estructurales pueden alterar su función. Esto ayudó a clarificar los mecanismos de control de las vías metabólicas en los seres vivos.
3. **Enfoque P.I.C.E.R.A.S:** Koshland también es conocido por haber propuesto el modelo **P.I.C.E.R.A.S**, que describe los seis **requisitos fundamentales para definir algo como "vivo"**. Este modelo es una nueva, integradora y universal forma de abordar las características generales de la vida desde una perspectiva termodinámica y funcional.
4. **Editor de la revista Science:** Koshland fue editor de **Science** entre 1985 y 1995, ayudando a dirigir la revista científica más importante del mundo.

Durante su mandato, fue instrumental en la promoción de importantes avances científicos y en la difusión del conocimiento a una audiencia global.

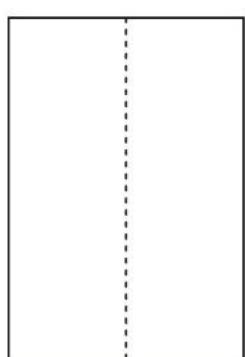
5. **Apoyo al conocimiento científico:** Koshland también fue un **defensor del avance del conocimiento científico y de la enseñanza**. Fue un firme creyente en la **interdisciplinariedad** y en el impacto positivo de **la ciencia para resolver problemas globales**, desde la salud hasta el cambio climático.

MUSEO de Cs. NATURALES

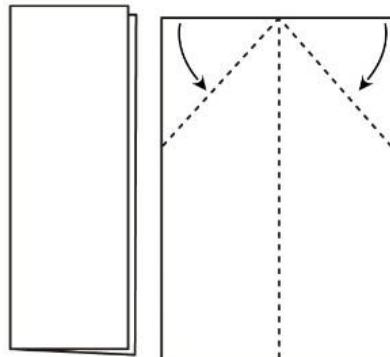


115

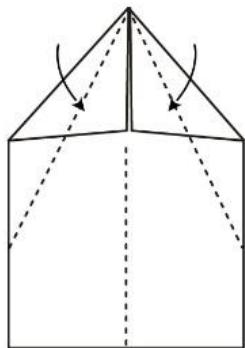
ISFD35
Monte Grande - Argentina
35ciencias@gmail.com

ANEXO 3: **DE ALTO VUELO!**

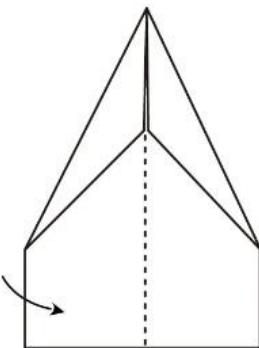
1. Dobla la mitad vertical del papel



2. Desdobra y lleva las puntas superiores hacia la mitad del papel, creando un techo de casa.



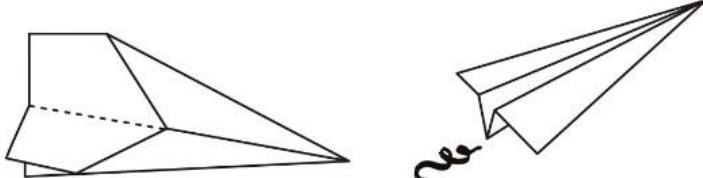
3. Repite el mismo paso, lleva las astas superiores a la mitad del papel.



4. Dobla por la mitad hacia adentro.



5. Lleva una ala del papel al borde de la figura y repite el paso con la otra ala.



6. Puedes intervenir tu artefacto volador.

7. ¡Listo! A volar.

116