



# Objetivos

Que los estudiantes:



- Conozcan la importancia de interpretar conceptos en Fisiología y valores de referencia que surgen de la variabilidad biológica.

Reconozcan y cuantifiquen los distintos compartimientos líquidos del organismo y distingan entre ellos al MEDIO INTERNO.

- Valoren la importancia del MEDIO INTERNO como centro integrador del funcionamiento de los sistemas de trabajo y los sistemas de control.

Interpreten los principales mecanismos puestos en marcha para mantener la homeostasis (alostasis) y regular la homeorresis.

- Conozcan y distingan los componentes del MEDIO INTERNO, sus propiedades, medios operativos y sistemas de medidas estandarizadas.

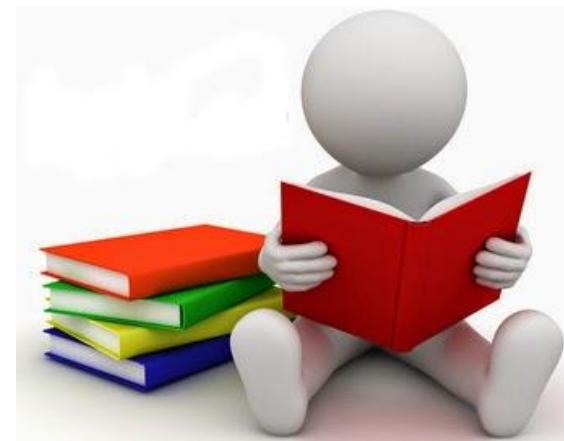
## Bibliografía

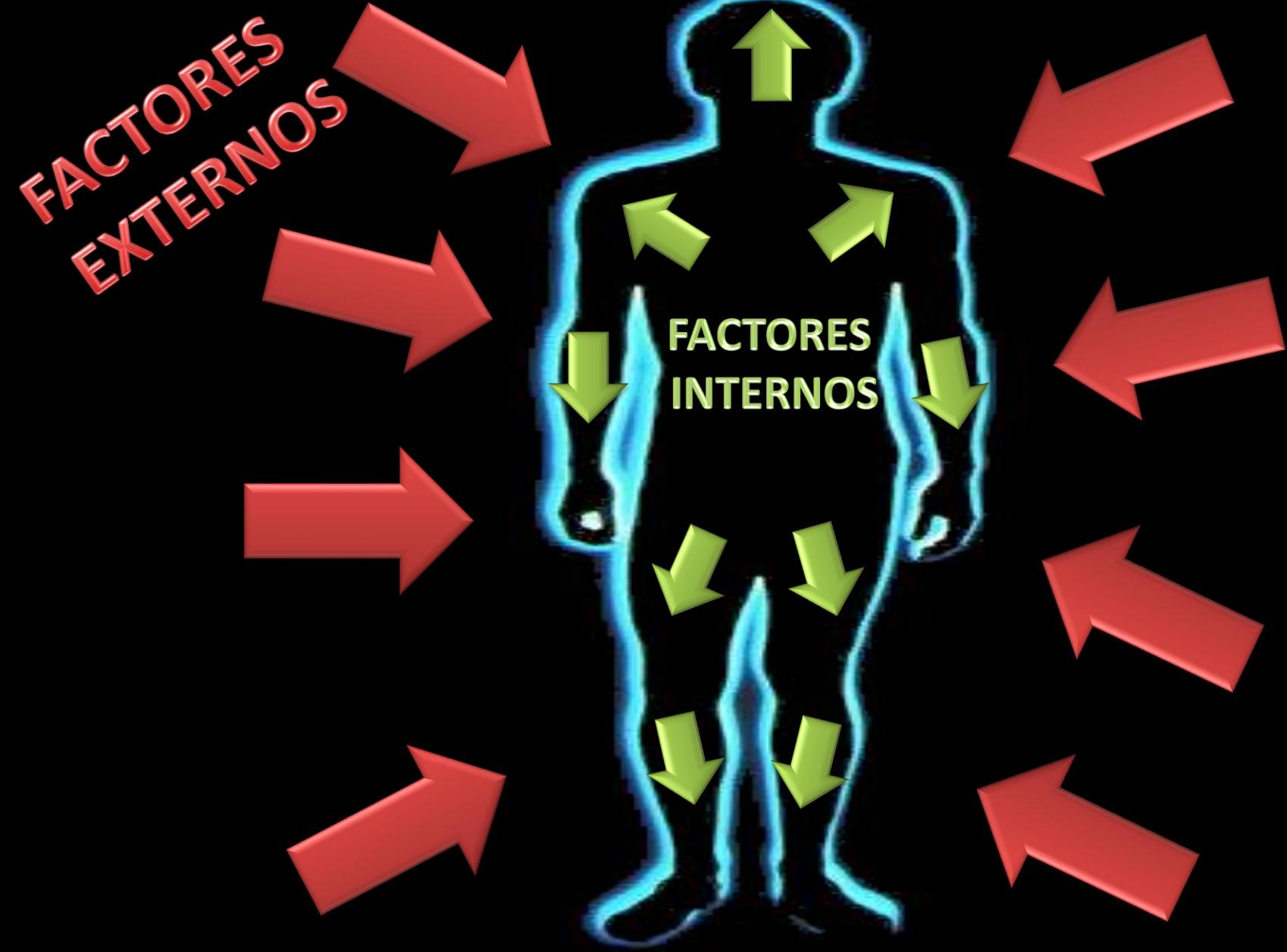
- Coppo, J. A.: *Fisiología Comparada del Medio Interno*. 2<sup>a</sup> Edición corregida y aumentada. Editorial Universidad Católica de Salta. Departamento Editorial EUCASA. Salta. 2008.
- \* Silverthorn, D. U.: *Fisiología Humana. Un Enfoque Integrado*; 8<sup>a</sup> Edición. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. 2019.

# TEMARIO

- Composición del medio interno y de los líquidos corporales.
- Relación con el agua de mar.
- **Importancia de la membrana. Pasajes a través de membranas.**
- Osmolalidad. Expresión algebraica. Relevancia de sus componentes.
- Cálculo de la osmolalidad.
- Osmolalidad y Tonicidad.
- Regulación.

- Agua Orgánica Total.
- Compartimientos líquidos. Mediciones. Cálculos.
- Ingreso y egreso de agua (vías).
- Relación con el medio externo.
- Concepto de Medio Interno. Propiedades.
- Importancia. Integración.
- Homeostasis y Homeorresis.





# AOT



Agua  
Orgánica  
Total

# AOT

# (Agua Orgánica Total)



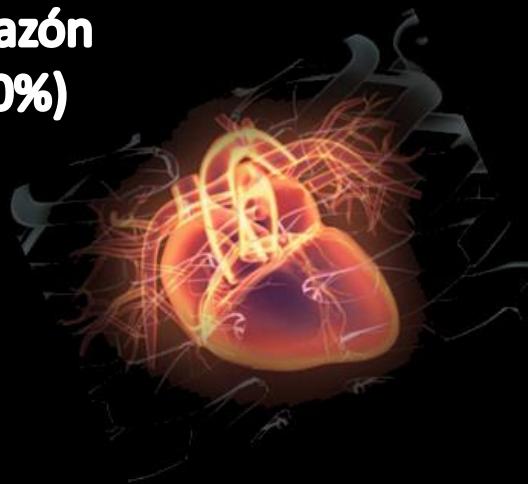
Músculo  
(75%)



Piel  
(75%)



Tejido adiposo



Corazón  
(80%)

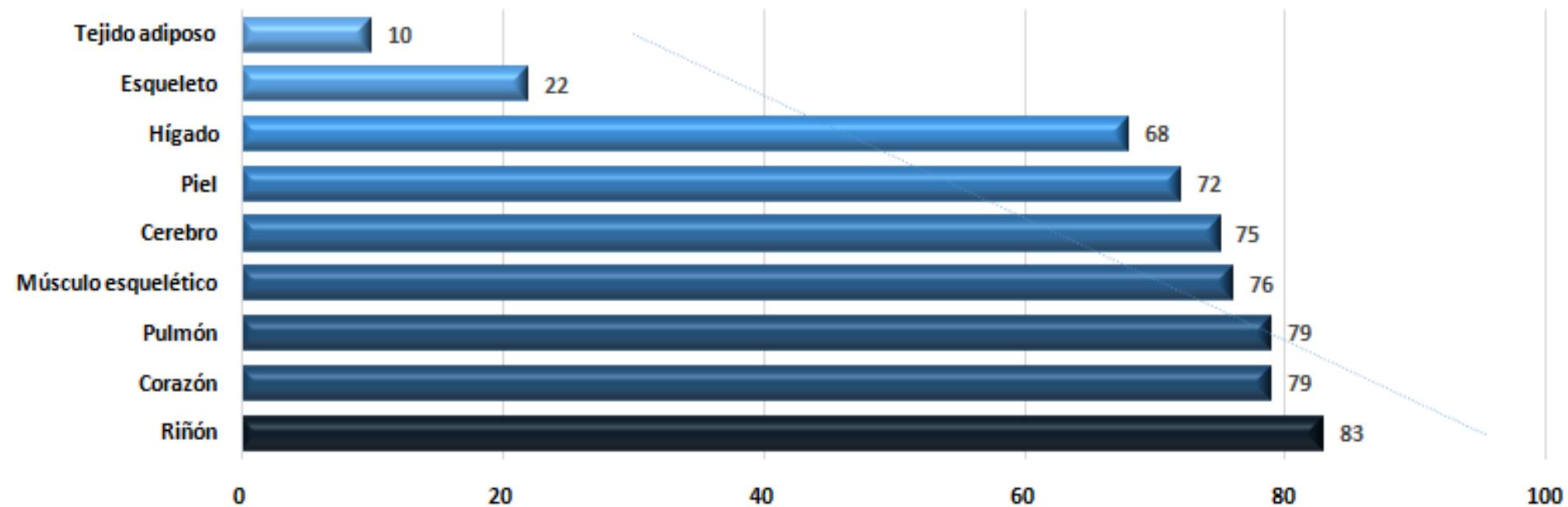


Riñones  
(80%)

Pulmones  
(80%)

# AOT

## AGUA CORPORAL Y SUBDIVISIONES (%)



ANTROPOIDES

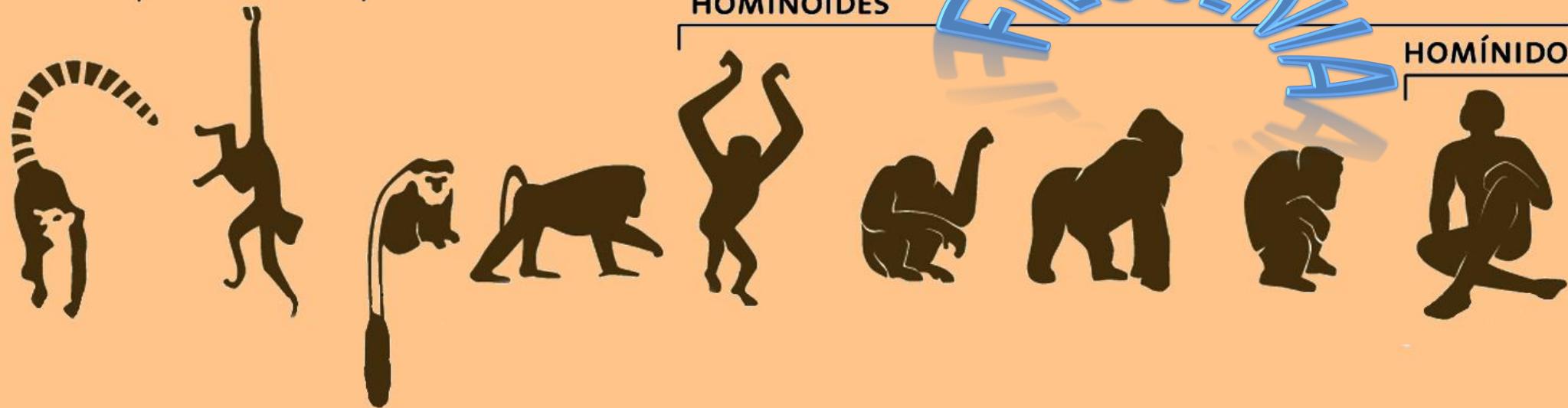
PLATIRRINOS

CATARRINOS

HOMINOIDES

FILOGENIA

HOMÍNIDO



ONTOGENIA



# Fracción del peso corporal que corresponde al Agua Orgánica total (AOT) según sexo y edad



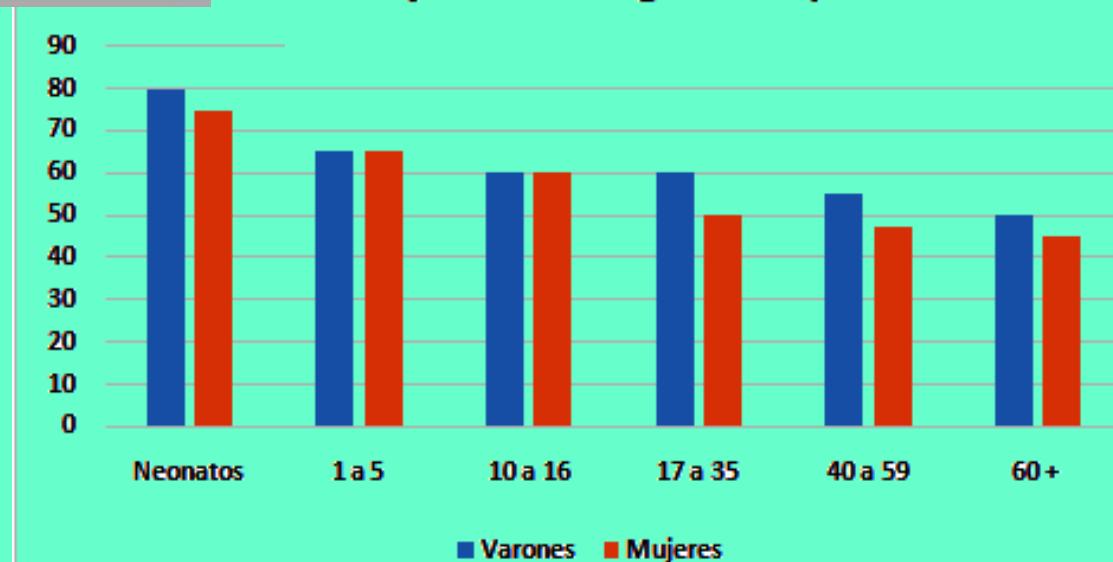
MCGP

## Contenido de agua como porcentaje del peso corporal total por edad y sexo

Edad	Hombre	Mujer
Bebé	65%	65%
1-9	62%	62%
10-16	59%	57%
17-39	61%	51%
40-59	55%	47%
60+	52%	46%

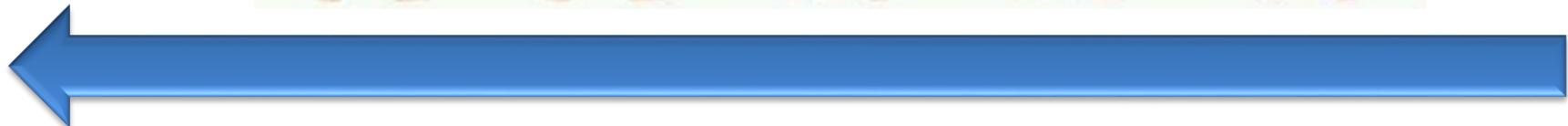
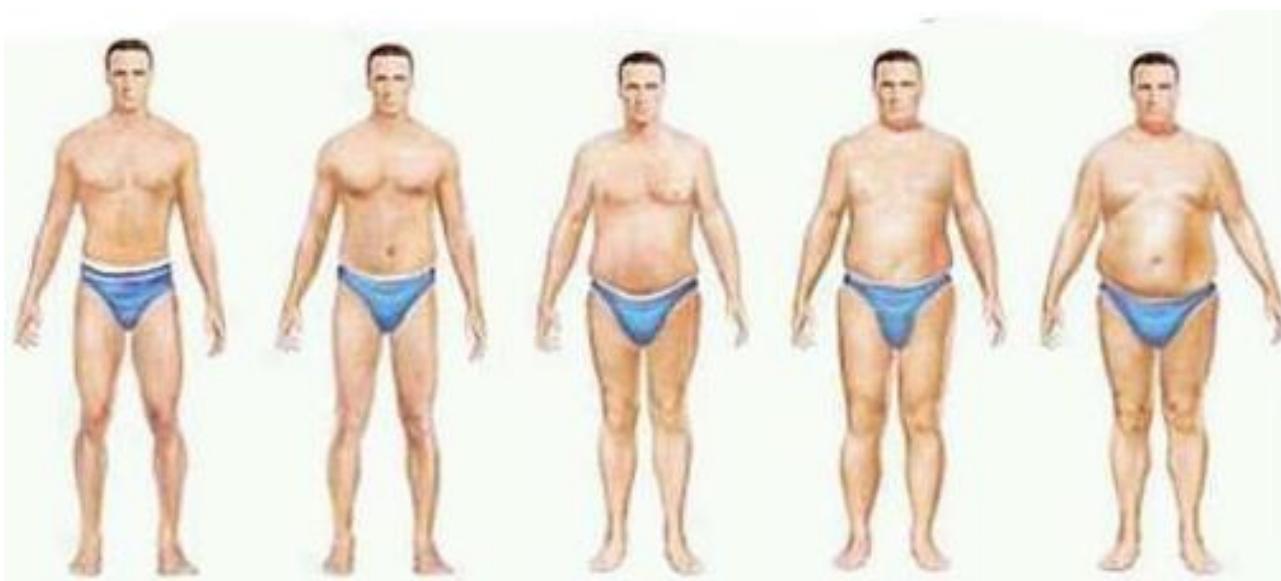
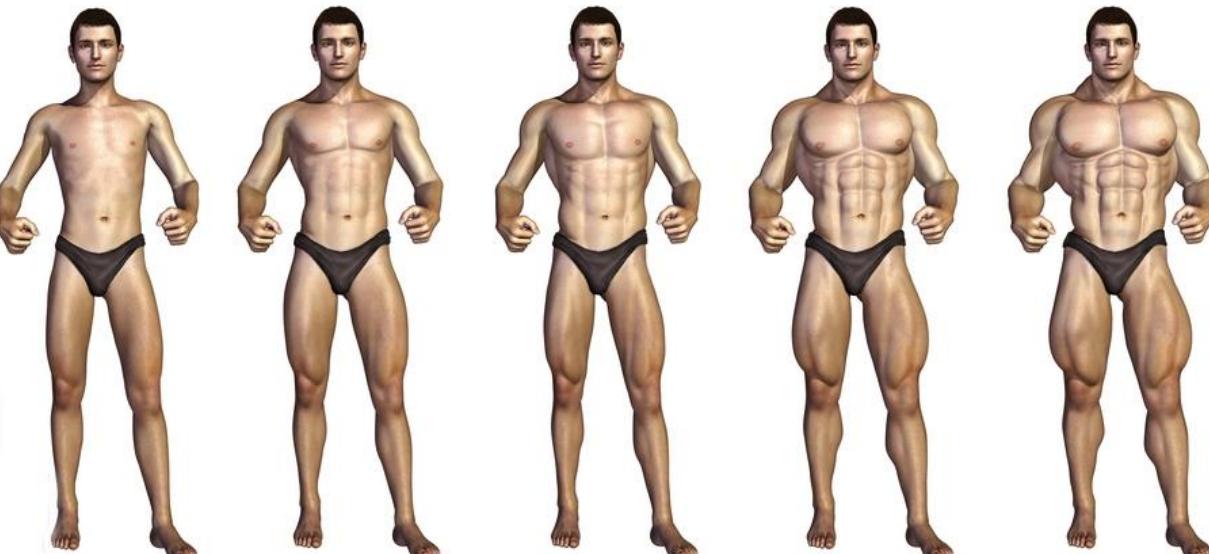


Porcentaje de AOT según sexo y edad

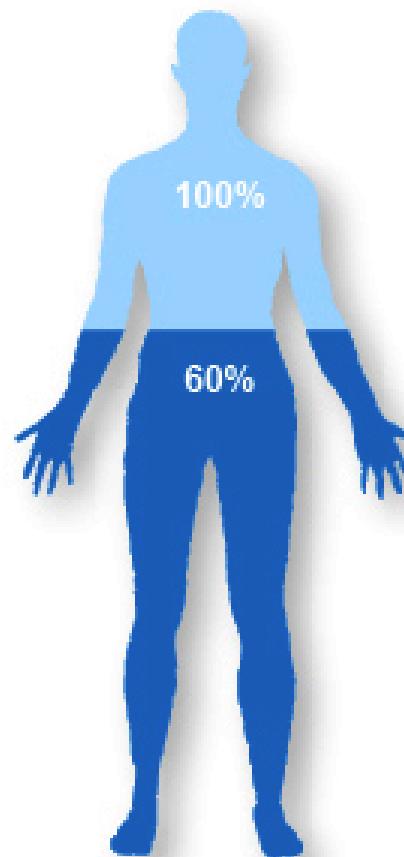


MCGP

# AOT



# CONTENIDO PROMEDIO DE AGUA CORPORAL Y DISTRIBUCIÓN EN LOS DIVERSOS COMPORTAMIENTOS.



**Masa corporal  
(mujer)**

45% Sólidos  
55% Fluidos

**Masa corporal  
(varón)**

40% Sólidos  
60% Fluidos

LCR

Espacios Potenciales

Líquido del Oído Interno

Líquido Intraocular

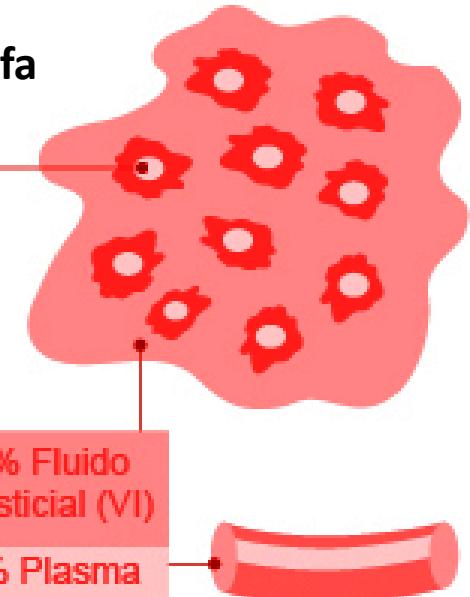
Líquido Sinovial

Linfa

2/3 Fluido intracelular (VIC)

1/3 Fluido extracelular (VEC)

80% Fluido intersticial (VI)  
20% Plasma



**Tabla 25-1** Ingresos y pérdidas de agua diarios (ml/día)

	Normal	Ejercicio intenso y prolongado
<b>Ingresos</b>		
Líquidos ingeridos	2.100	?
Del metabolismo	200	200
Total de ingresos	2.300	?
<b>Pérdidas</b>		
Insensibles: piel	350	350
Insensibles: pulmones	350	650
Sudor	100	5.000
Heces	100	100
Orina	1.400	500
<b>Total de pérdidas</b>	<b>2.300</b>	<b>6.600</b>

# CAMBIOS ONTOGÉNICOS DE LOS LÍQUIDOS CORPORALES

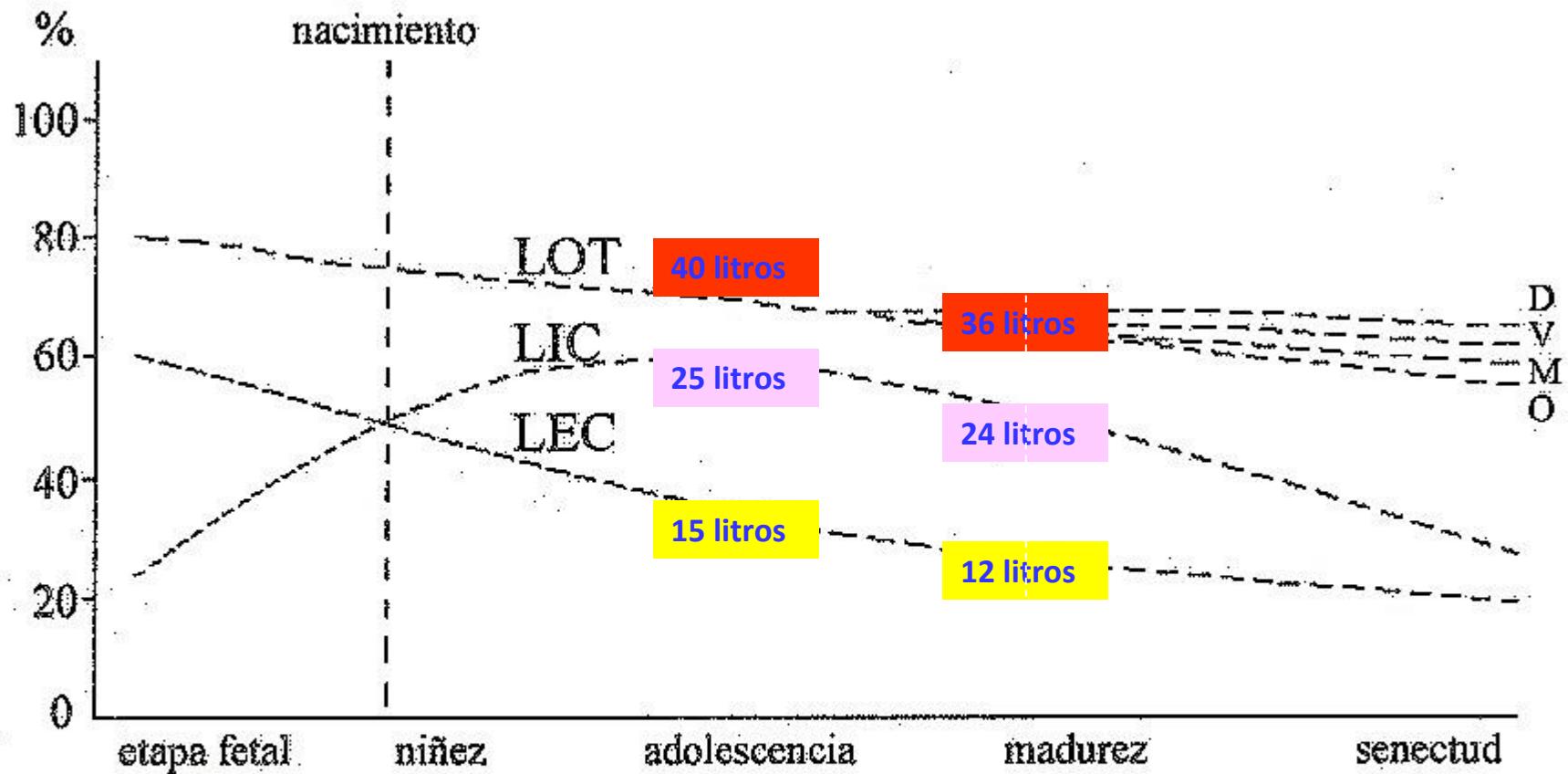
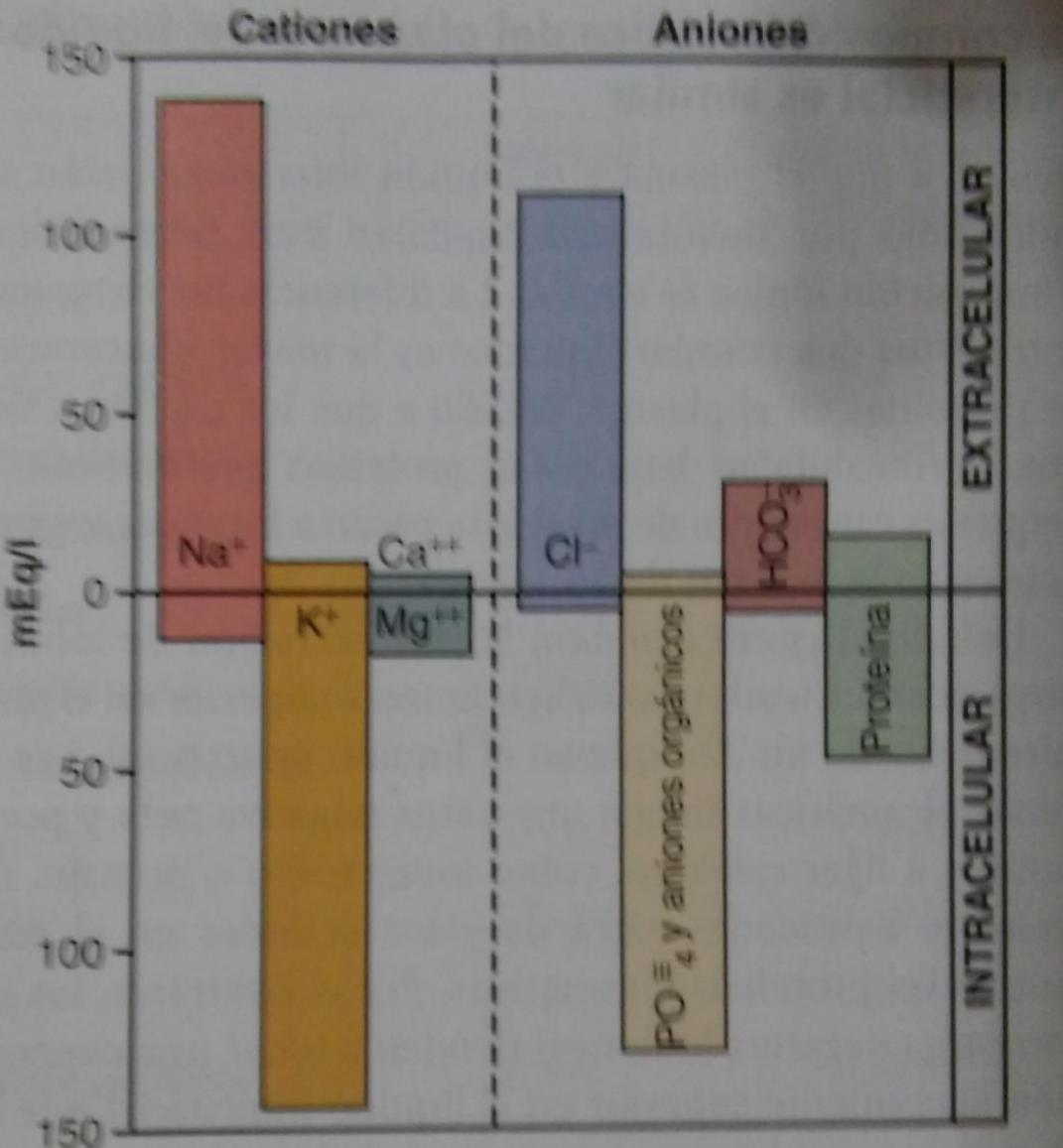


Figura 5. Evolución ontogénica de los líquidos corporales en el ser humano (en porcentaje del peso corporal).

V: varones, M: mujeres, O: obesos, D: delgados.



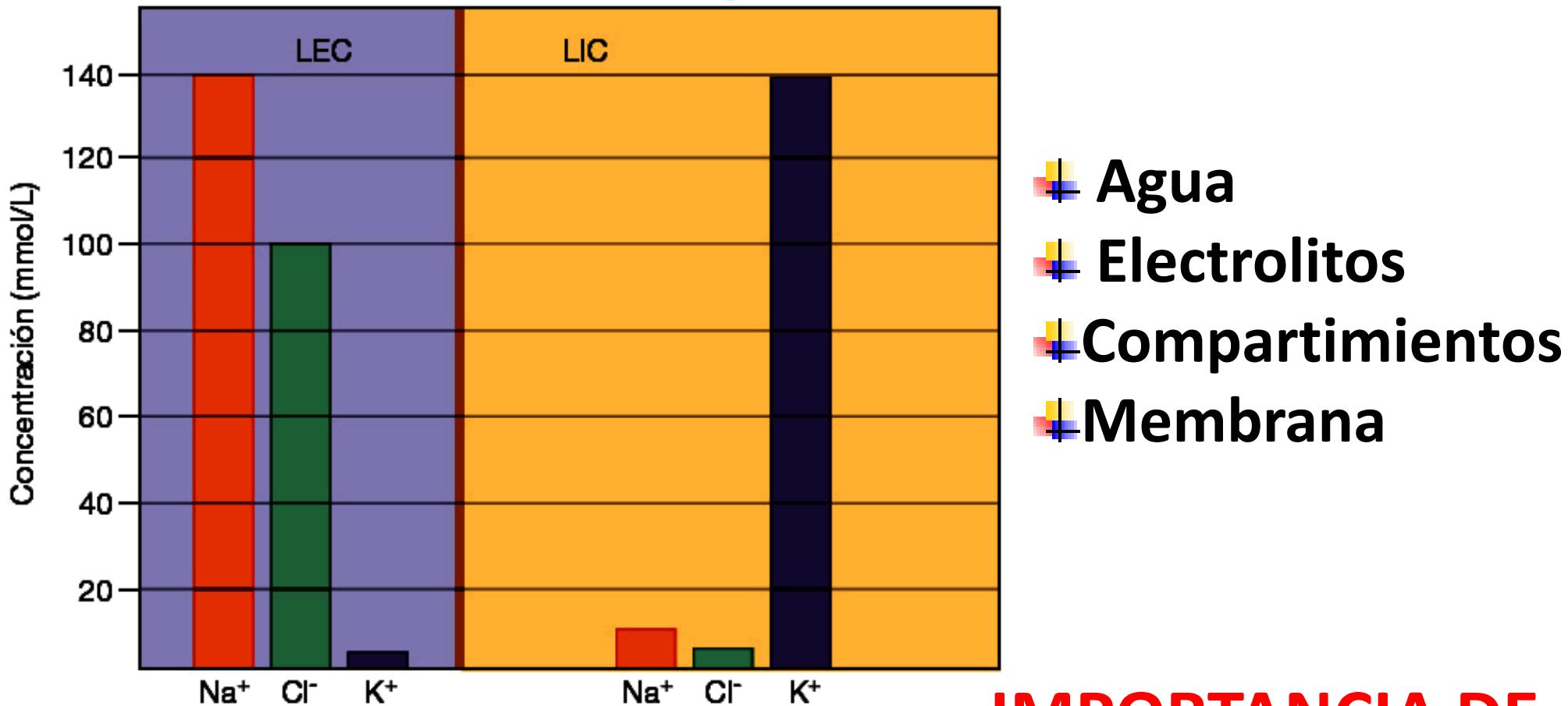
# COMPOSICIÓN DE LOS LÍQUIDOS CORPORALES

Figura 25-2 Principales cationes y aniones de los líquidos intracelular y extracelular. Las concentraciones de  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$  representan la suma de estos dos iones. Las concentraciones mostradas representan el total de iones libres y en complejos.

EXTRACELLULAR FLUID                    INTRACELLULAR FLUID

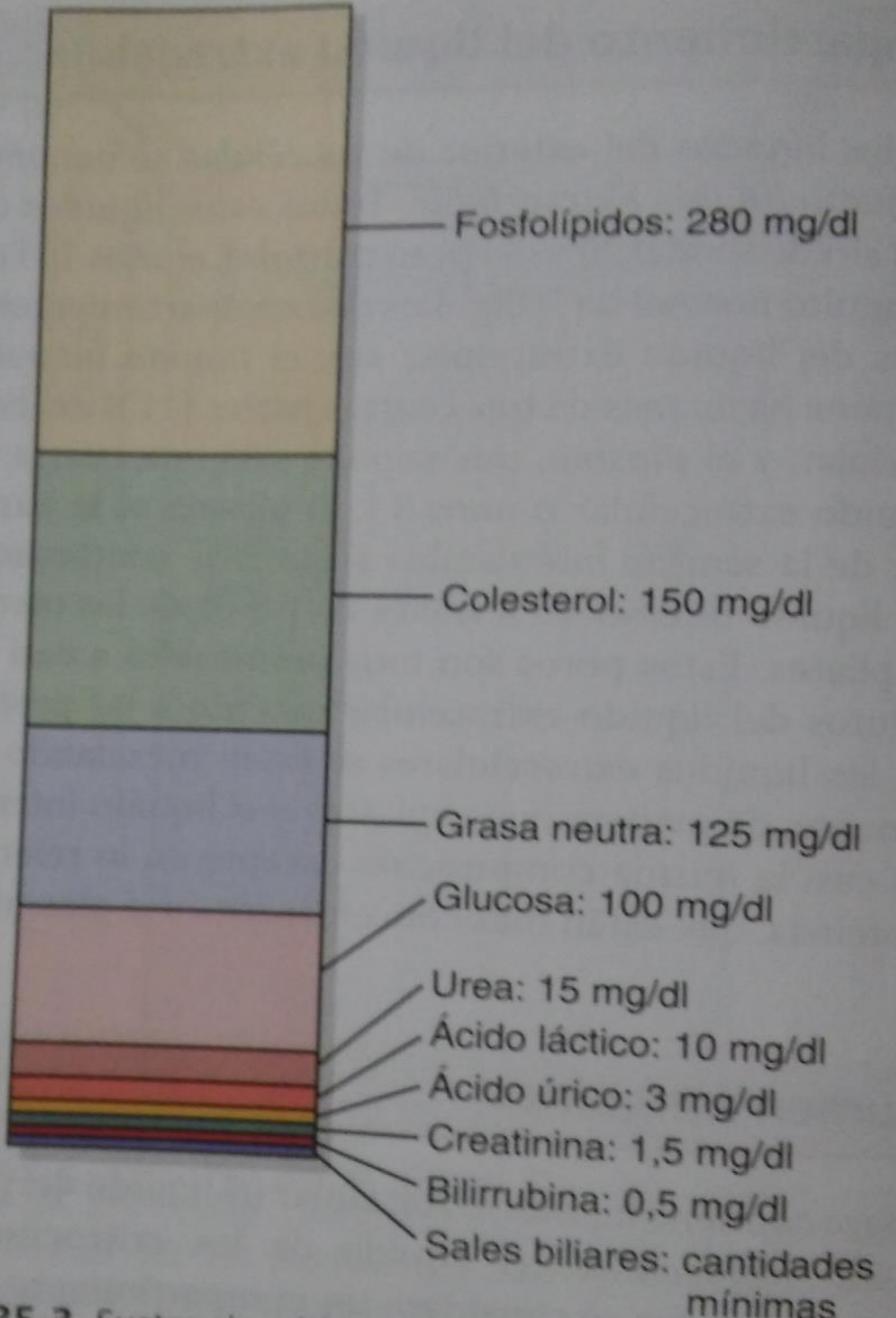
$\text{Na}^+$	142 mEq/L	10 mEq/L
$\text{K}^+$	4 mEq/L	140 mEq/L
$\text{Ca}^{++}$	2.4 mEq/L	0.0001 mEq/L
$\text{Mg}^{++}$	1.2 mEq/L	58 mEq/L
$\text{Cl}^-$	103 mEq/L	4 mEq/L
$\text{HCO}_3^-$	28 mEq/L	10 mEq/L
Phosphates	4 mEq/L	75 mEq/L
$\text{SO}_4^-$	1 mEq/L	2 mEq/L
Glucose	90 mg/dl	0 to 20 mg/dl
Amino acids	30 mg/dl	200 mg/dl ?
Cholesterol	0.5 g/dl	
Phospholipids		2 to 95 g/dl
Neutral fat		
$\text{PO}_2$	35 mm Hg	20 mm Hg ?
$\text{PCO}_2$	46 mm Hg	50 mm Hg ?
pH	7.4	7.0
Proteins	2 g/dl (5 mEq/L)	16 g/dl (40 mEq/L)

# Composition in each compartment



*Los compartimentos del organismo se encuentran en un estado dinámico pero no en equilibrio. Las concentraciones de sodio, potasio y cloro no son idénticas en el compartimento de líquido extracelular (LEC) y el compartimento de líquido intracelular (LIC).*

**IMPORTANCIA DE LA MEMBRANA!!!!**



# COMPOSICIÓN DE LOS LÍQUIDOS CORPORALES

Figura 25-3 Sustancias diferentes a los electrólitos presentes en el plasma.

# Para no olvidar....

AGUA



## Funciones del ión Sodio

- Interviene en el equilibrio ácido-base.
- Ayuda a mantener el equilibrio de los líquidos corporales dentro y fuera de las células (homeostasis).  
Es necesario para la transmisión y la generación del impulso nervioso.
- Ayuda a que los músculos respondan correctamente a los estímulos (irritabilidad muscular).

# EFECTO DE GIBBS Y DONNAN

Líq. Intersticial

Plasma

5 Na<sup>+</sup>  
5 Cl<sup>-</sup>

Líq. Intersticial

Plasma

5 Na<sup>+</sup>  
5 Cl<sup>-</sup>

$$[Na^+]_p \times [Cl^-]_p = [Na^+]_{li} \times [Cl^-]_{li}$$

$$5 \times 5 = 5 \times 5$$

$$25 = 25$$

Líq. Intersticial      Plasma

5 [Na<sup>+</sup>]

5 [Na<sup>+</sup>] ← 10 [Na<sup>+</sup>]  
5 Cl<sup>-</sup> ← 5 Cl<sup>-</sup>  
X 1 Pr<sup>5-</sup>

Líq. Intersticial      Plasma

6 Na<sup>+</sup> ← 9 Na<sup>+</sup>  
6 Cl<sup>-</sup> ← 4 Cl<sup>-</sup>  
X 1 Pr<sup>5-</sup>

$$[Na^+]_p \times [Cl^-]_p = [Na^+]_{li} \times [Cl^-]_{li}$$

$$6 \times 6 = 9 \times 4$$

$$36 = 36$$

DOC

# EFECTO DE GIBBS & DONNAN

Secuencia para alcanzar el nuevo estado de equilibrio:

1. Gradiente de concentración
2. Gradiente eléctrico
3. Importancia de la permeabilidad selectiva de la membrana

## CONSECUENCIAS

$$[K^+] = x + y$$

$$[Cl^-] = y$$

$$[Pr^-] = x$$

$$[K^+] = x - y$$

$$[Cl^-] = x - y$$

$$[Pr^-] = 0$$

- Mayor concentración de cationes difusibles del lado donde está la Proteína
- Mayor concentración de equivalentes de cargas totales donde está la Proteína
- Neutralidad Eléctrica de cada compartimiento

# OSMOLALIDAD DEL MEDIO INTERNO

290 mosm/L

280 mosm/L

10 mosm/L

$\text{Na}^+$  y  $\text{A}^-$  ( $\text{Cl}^-$  y  $\text{HCO}_3^-$ )

Glu (5) – UREA (5)

$$\text{POsm} = 2 [\text{Na}^+] \text{ mEq/L} + \text{Glucemia (g/L)} \times 1000 / 180 + \text{Urea} \times 1000 (\text{g/L}) / 60$$

$$\text{POsm} = 2 [\text{Na}^+] \text{ mEq/L} + \text{Glucemia (g/L)} \times 1000 / 180 + \text{BUN} \times 1000 (\text{g/L}) / 28$$

BUN: Blood urea nitrogen - nitrógeno ureico en sangre

$$\text{POsm} = 2 [\text{Na}^+] \text{ mmol/L} + \text{GLU (mmol/L)} + \text{Urea o BUN (mmol/L)}$$

**Plasma  $\leftrightarrow$  LEC  $\leftrightarrow$  LIC**

Equilibrio dinámico entre los distintos compartimientos

DOC

$$ACT_{osm} = \frac{\text{sóloto total osmóticamente activo en el organismo}}{ACT}$$

Sóloto total osmóticamente activo del organismo

$$\begin{aligned} &= ACT_{osm} \times ACT \\ &= 290 \text{ mosmol/kg H}_2\text{O} \times 36 \text{ litros} \\ &= 10.440 \text{ mosmol} \end{aligned}$$

$$LEC_{osm} = \frac{\text{sóloto osmóticamente activo extracelular}}{LEC}$$

Sóloto osmóticamente activo extracelular

$$\begin{aligned} &= LEC_{osm} \times LEC \\ &= 290 \text{ mosmol/kg H}_2\text{O} \times 12 \text{ litros} \\ &= 3.480 \text{ mosmol} \end{aligned}$$

$$LIC_{osm} = \frac{\text{sóloto osmóticamente activo intracelular}}{LIC}$$

sóloto osmóticamente activo intracelular

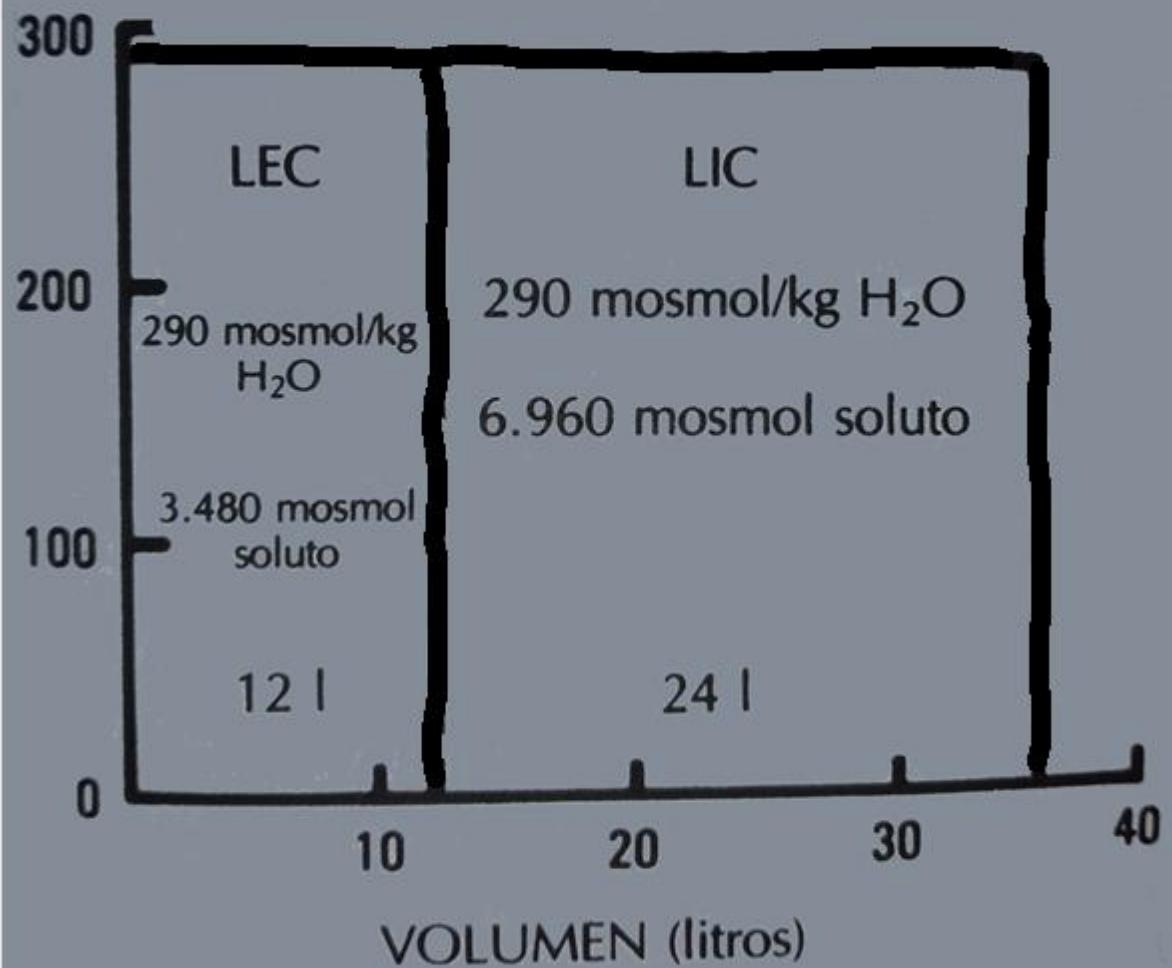
$$\begin{aligned} &= LIC_{osm} \times LIC \\ &= 290 \text{ mosmol/kg H}_2\text{O} \times 24 \text{ litros} \\ &= 6.960 \text{ mosmol} \end{aligned}$$

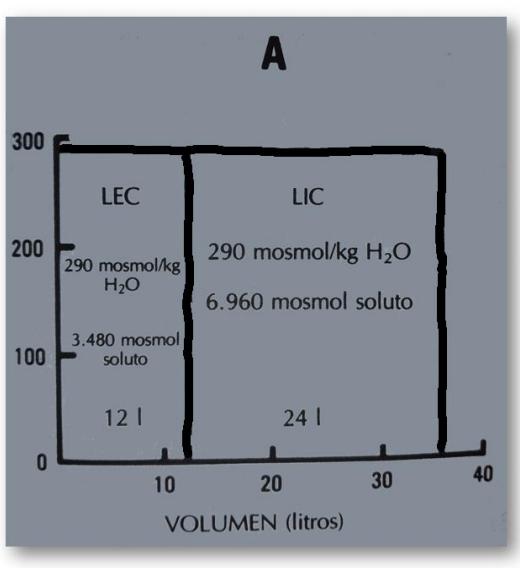
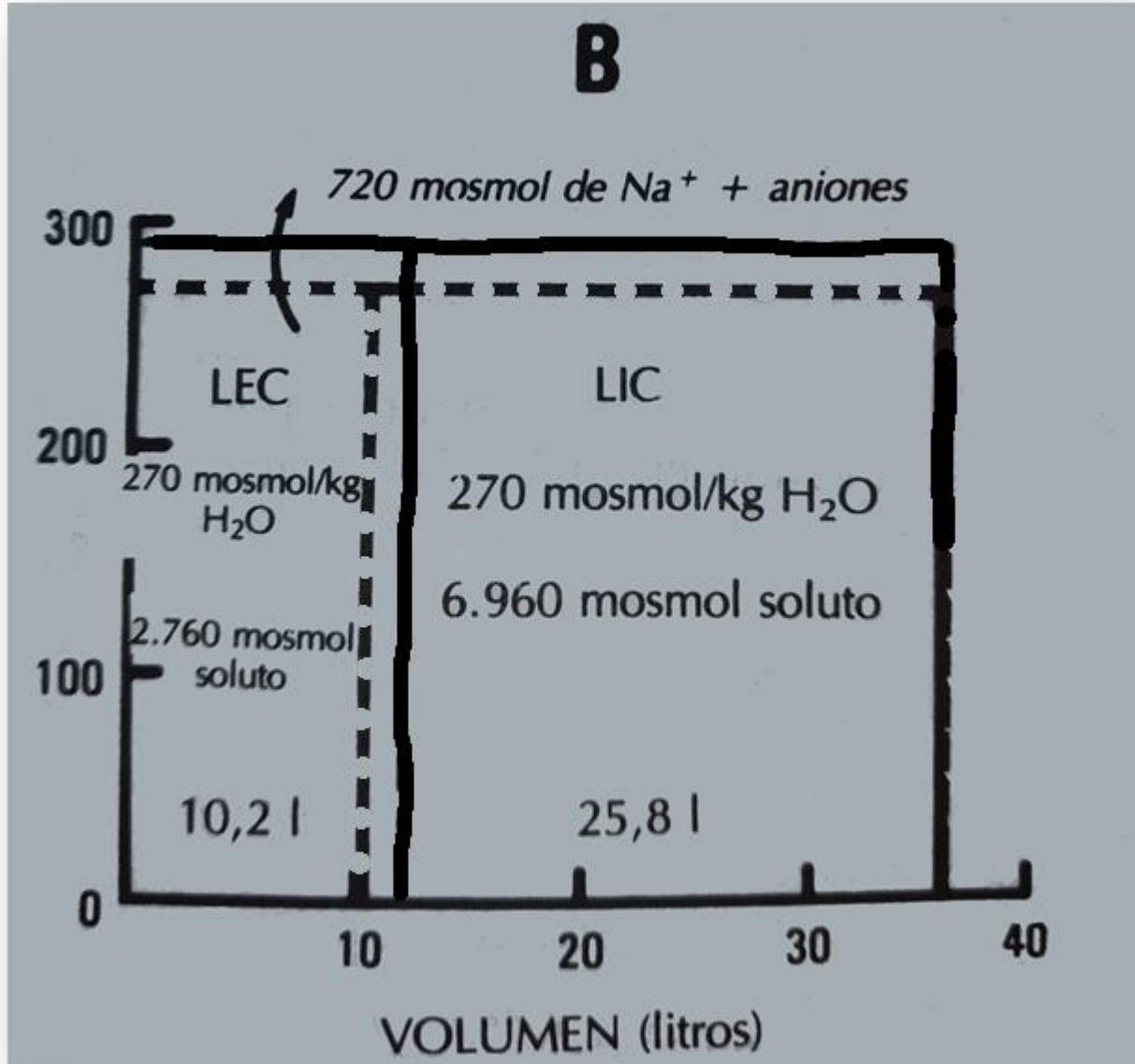
**Varón adulto: 60 kg de peso**

**AOT: 60%**



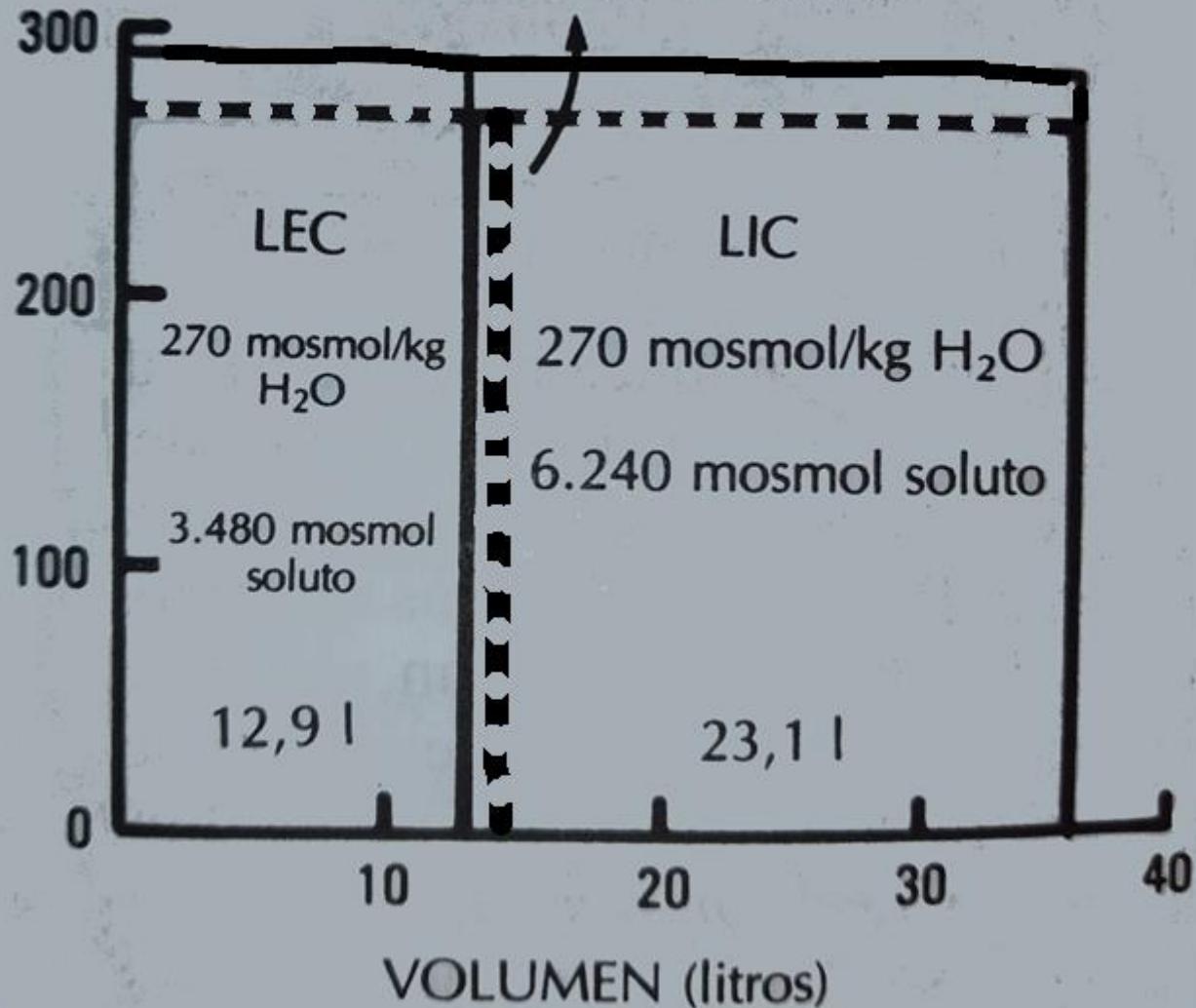
**A**



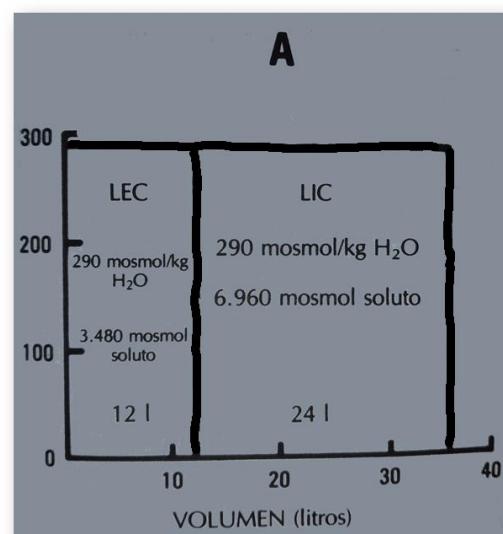
**A****B**

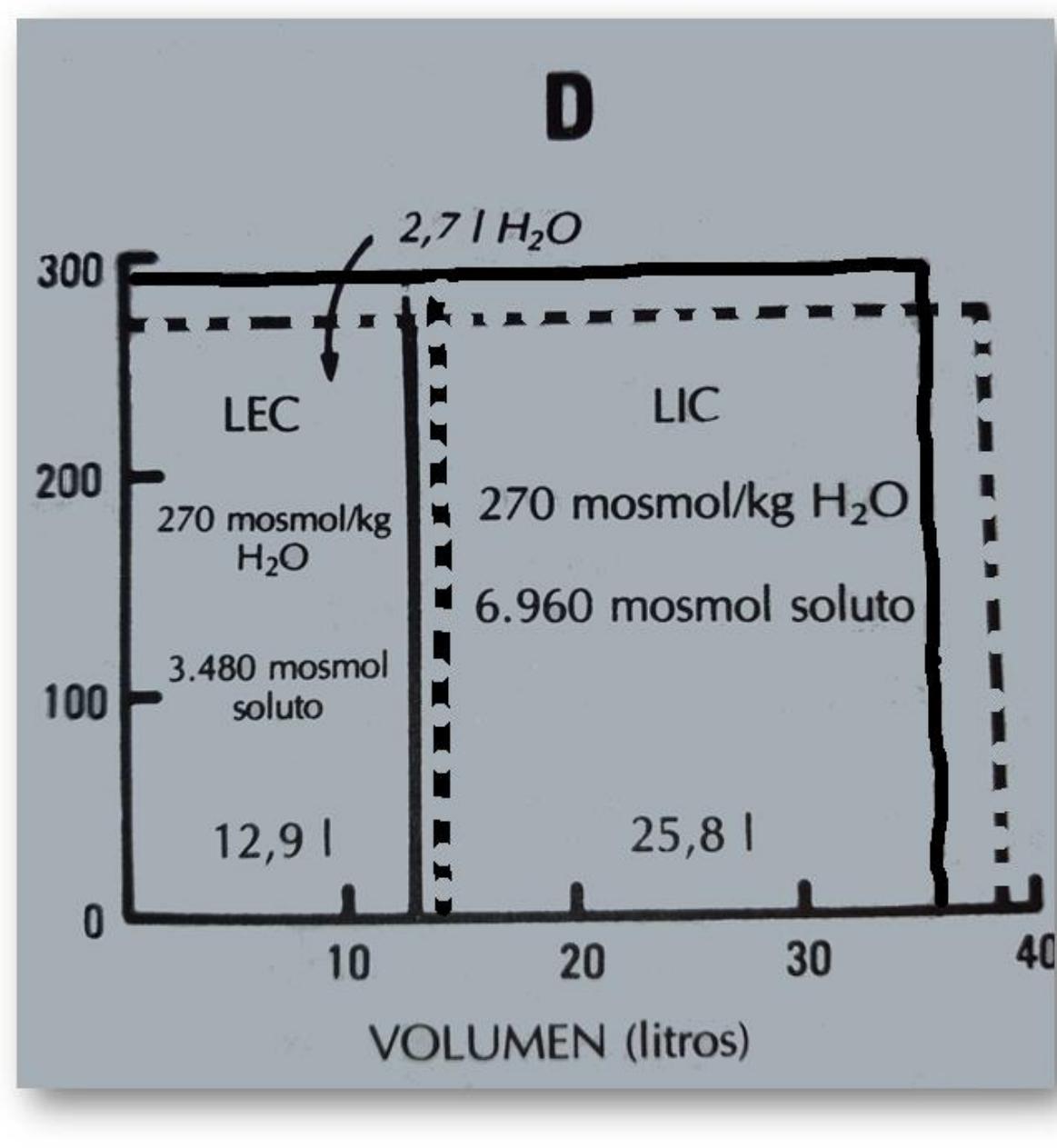
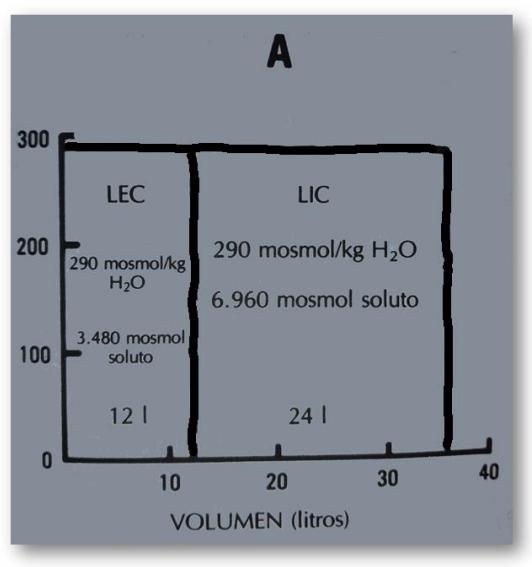
**C**

*720 mosmol K<sup>+</sup> + aniones*



**A**





# **La Osmolaridad define el número de partículas**

Glucosa 1 M × 1 partícula/molécula de glucosa  
= glucosa 1 OsM

1 mol de NaCl/L × 1,8 osmoles/mol de NaCl  
= 1,8 osmoles de NaCl/L

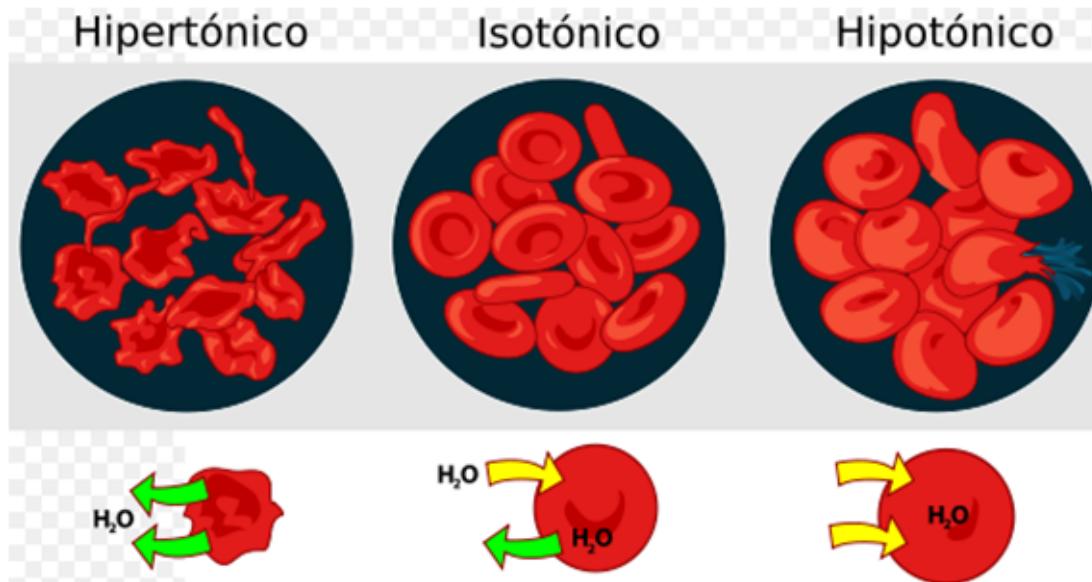
---

**La Tonicidad define un cambio de volumen.  
No guarda relación con el número de partículas**

# OSMOLARIDAD Vs TONICIDAD

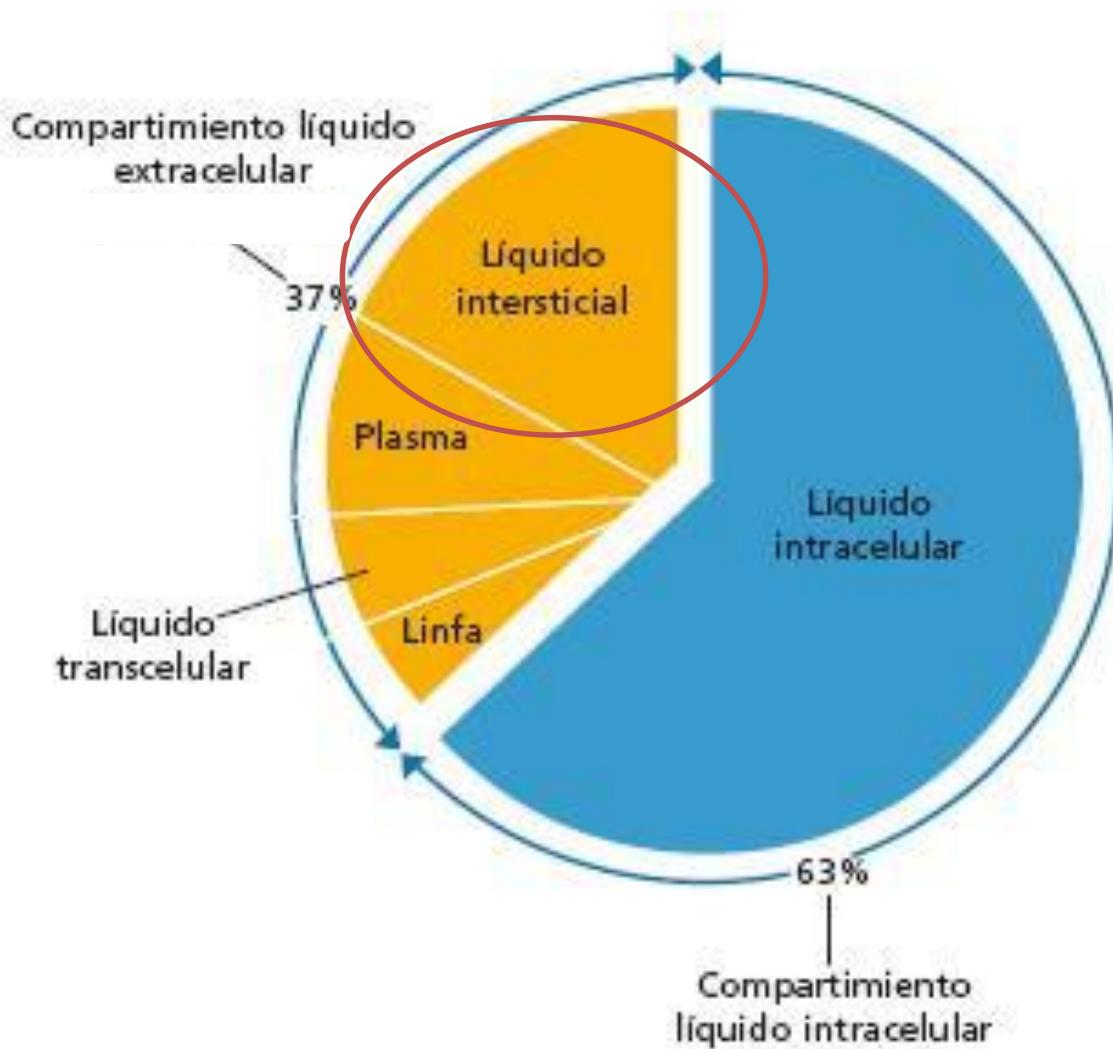
## TONICIDAD

Describe la tendencia de una solución para provocar la expansión o contracción del volumen intracelular



DOC

# MEDIO INTERNO





CLAUDE BERNARD

**“Mar interior”: Líquido que rodea a las células en un organismo**



Agua de mar



LEC



DOC

# CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO INTERNO

## CONSTANCIA

### Propiedades Físicas

Osmolalidad  
Neutralidad Eléctrica  
pH  
Temperatura

Electrolitos  
Biomoléculas  
Gases

- Proporciona condiciones fisicoquímicas favorables
- Permite el intercambio de información entre los órganos
- Proporciona al organismo relativa independencia frente a las variaciones del medio externo.



**FIJEZA DINÁMICA**

DOC



La estabilidad del medio interno es una primera condición para la libertad y la independencia de determinados órganos de la vida en relación con el medio ambiente que les rodea.

(Claude Bernard)

## HOMEOSTASIS

Homeos: Similar – Stasis: Condición  
Da idea de un estado o situación

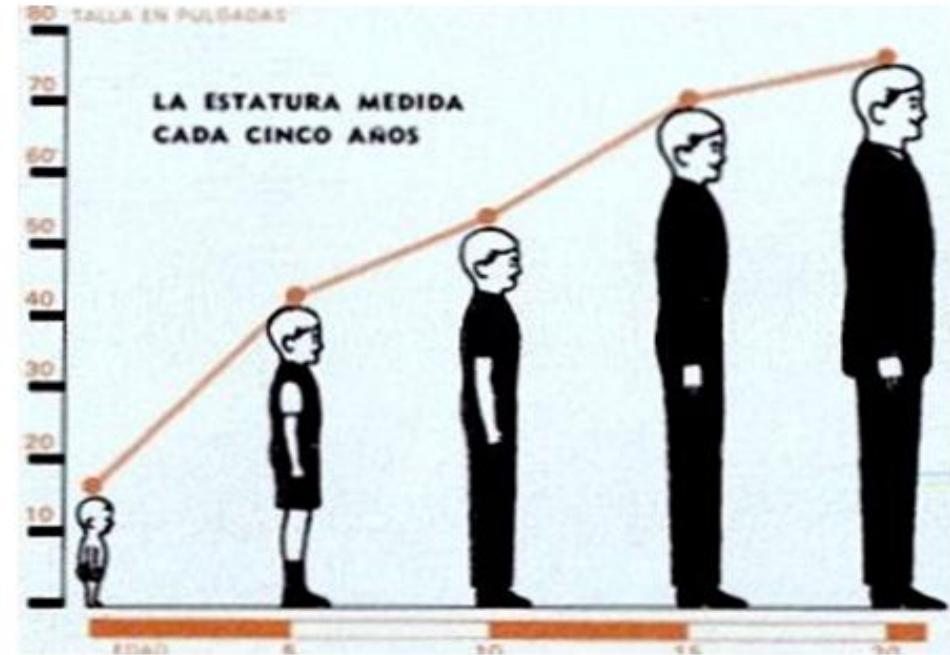
Conjunto de mecanismos que aseguran el mantenimiento de la fijeza del Medio Interno

# HOMEORRESIS

Conjunto de mecanismos que **aseguran** la prioridad de un determinado proceso o estado metabólico por sobre el resto de las funciones, donde el organismo se aparta temporalmente del estado de homeostasis, sin comprometer las condiciones vitales.



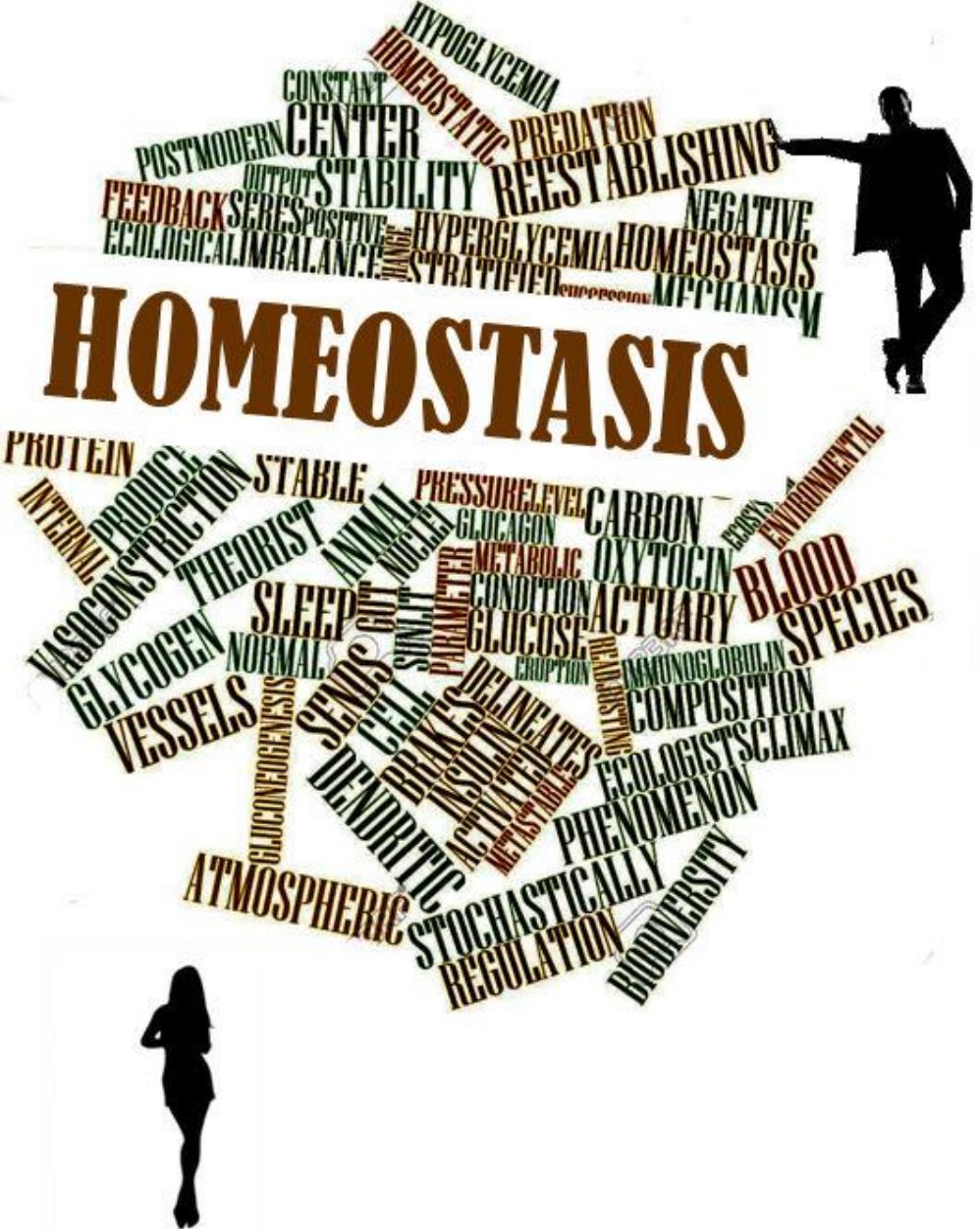
También habla de un estado



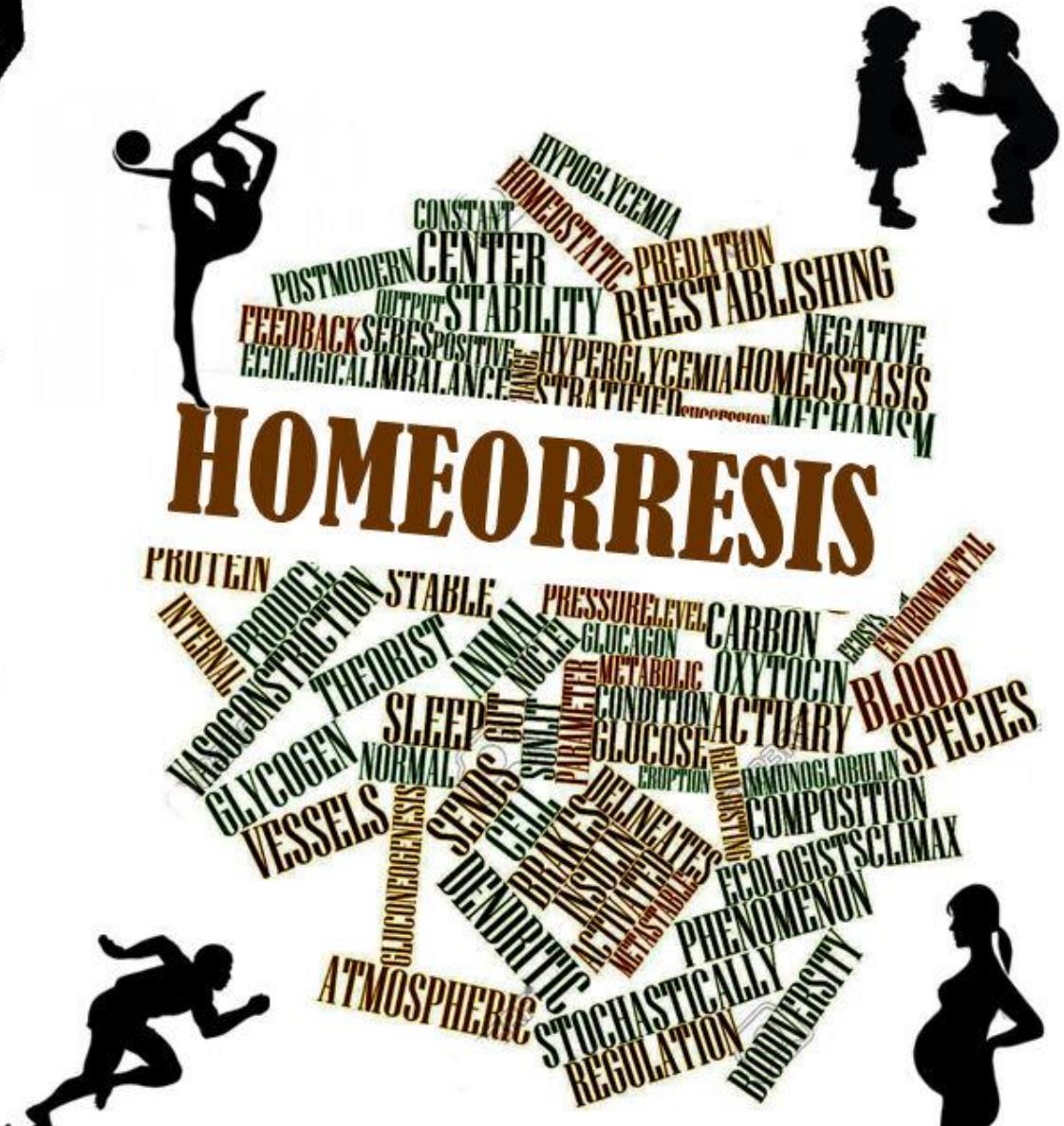
Marca una tendencia



DOC



MCGP





Actividades

Ontogenia

# Regulación compleja

Medio  
Externo

Variabilidad  
biológica

# MECANISMOS HOMEOSTATICOS

A – INGRESO

B – TRANSPORTE

C – UTILIZACIÓN

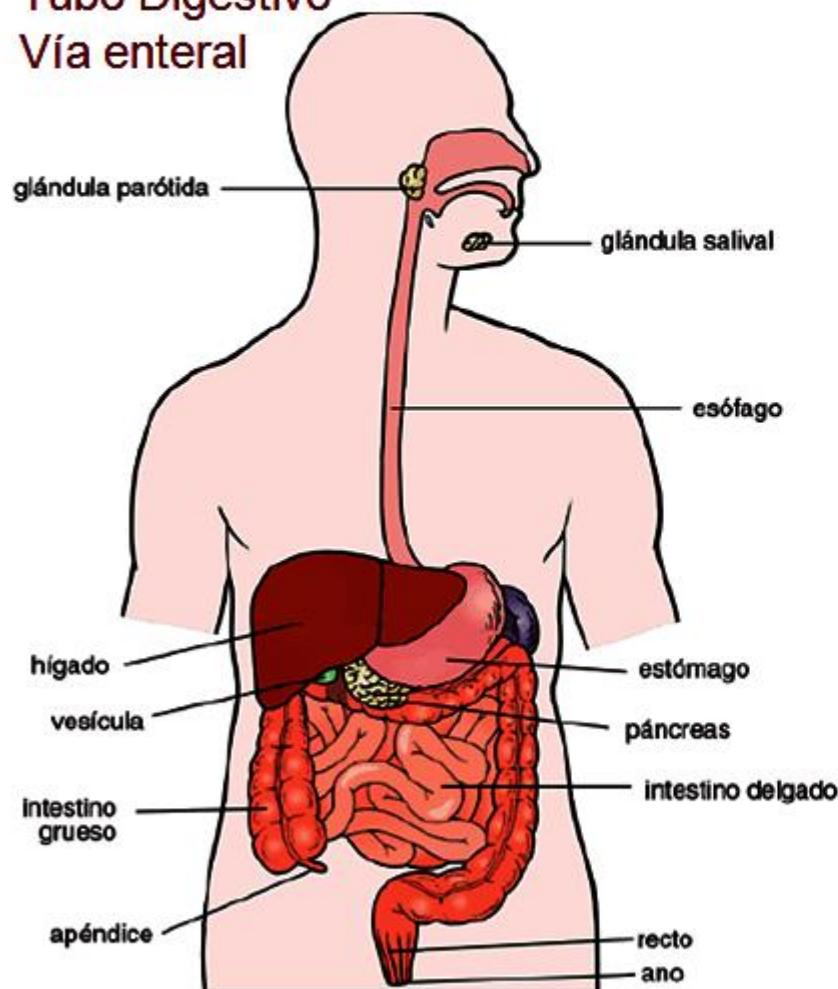
D – ALMACENAMIENTO

E – METABOLIZACIÓN  
ELIMINACIÓN

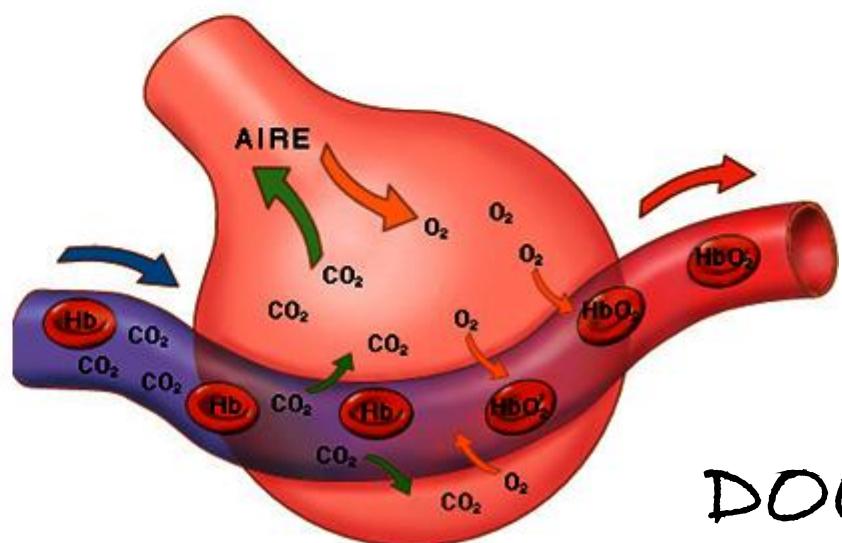
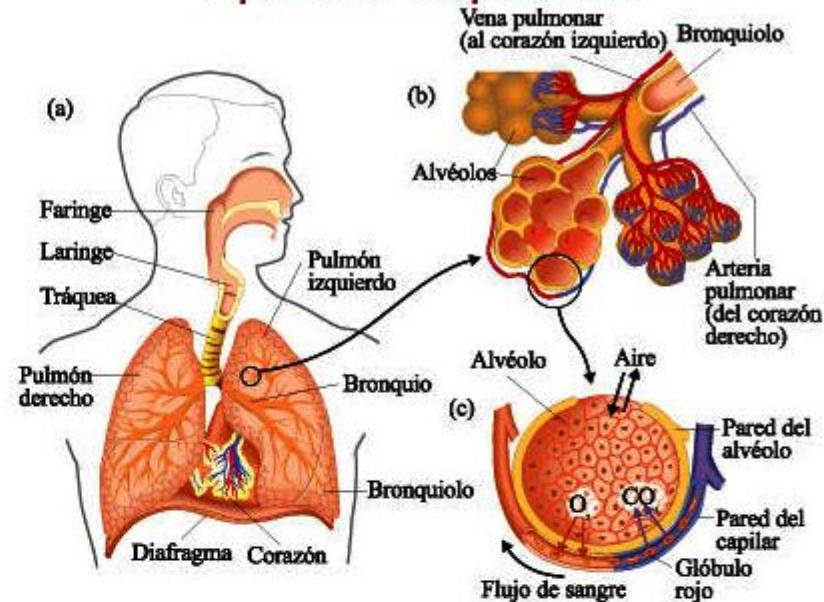
F – REGULACIÓN

## A – INGRESO

### Tubo Digestivo Vía enteral

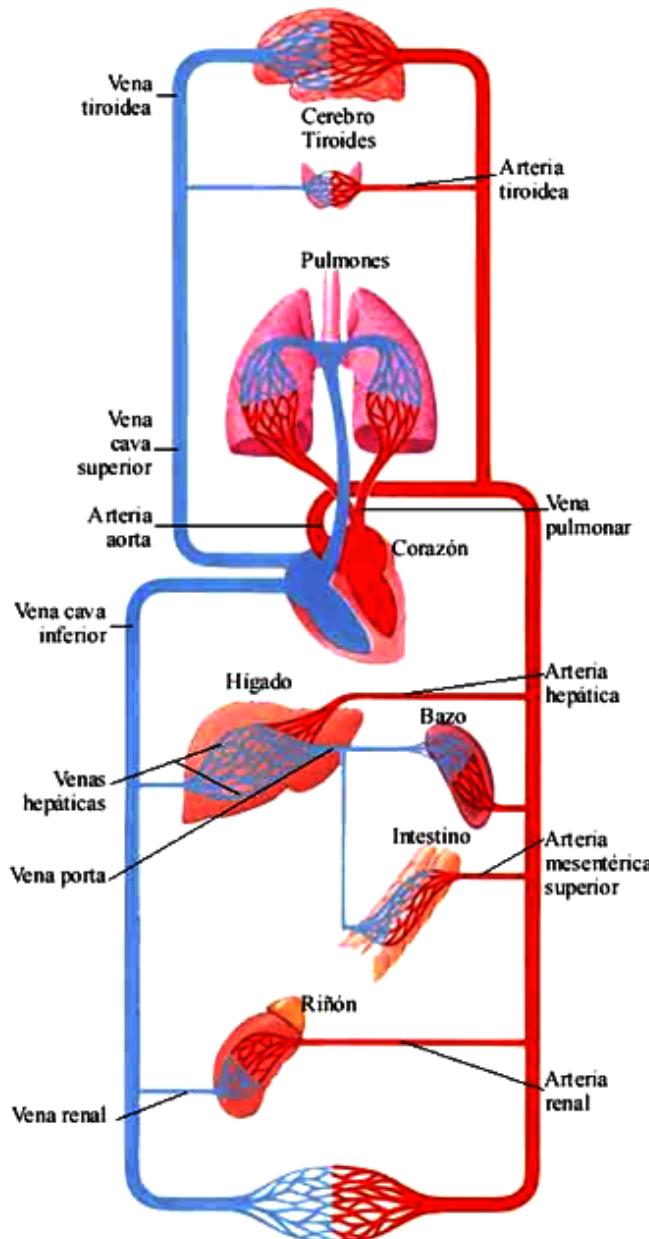


## Aparato Respiratorio



DOC

## B – TRANSPORTE



## CIRCULACION SANGUÍNEA

Círculo Cerrado

Sangre

- Mas viscosa que el agua (4)
- Presión 100 mmHg
- 33 cm/seg

### GASES RESPIRATORIOS

O<sub>2</sub> { **Unido Hb**  
**Disuelto en Plasma**

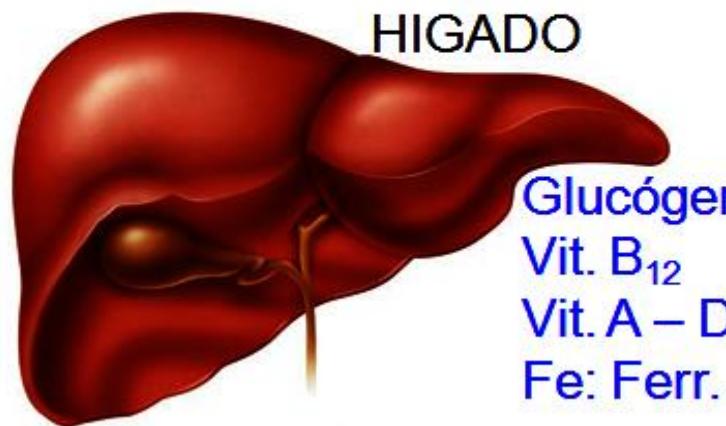
CO<sub>2</sub> { **Unido HB**  
**Disuelto en Plasma**  
**Como HCO<sub>3</sub>**

Linfa

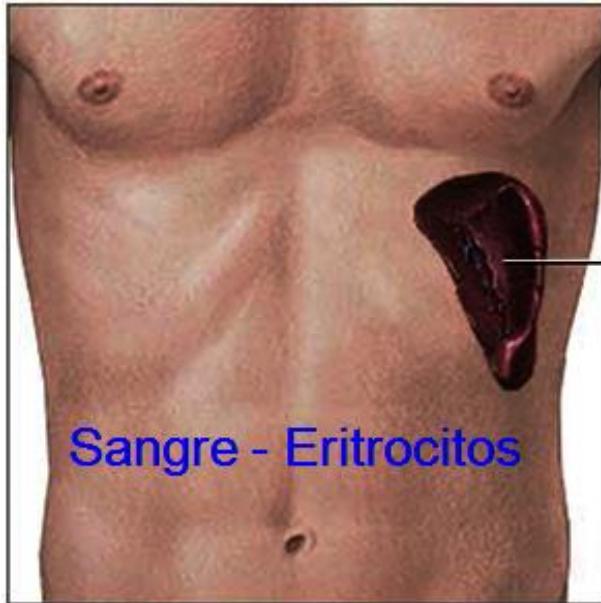
Lípidos de absorción intestinal

DOC

## C – ALMACENAMIENTO



Glucógeno  
Vit. B<sub>12</sub>  
Vit. A – D  
Fe: Ferr. – Hemos.



Sangre - Eritrocitos

HUESO: Ca<sup>2+</sup>, P, Mg

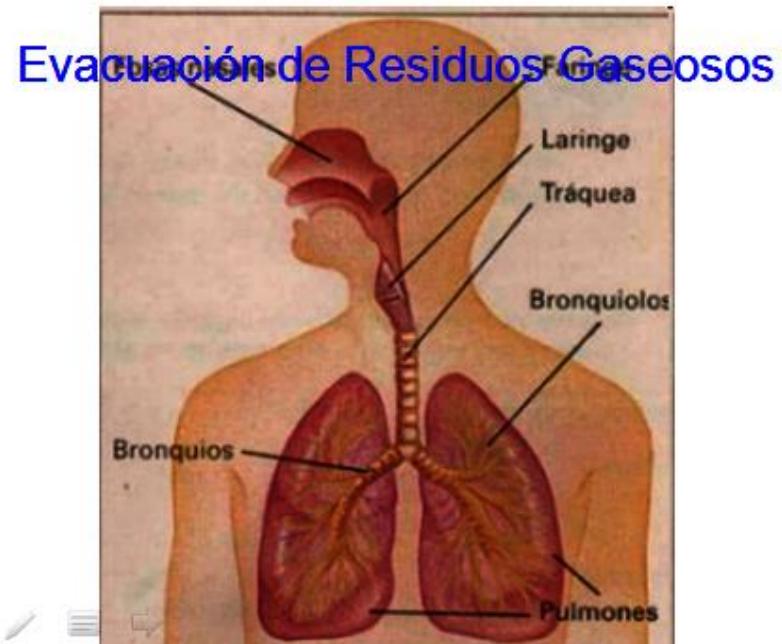


Glándula Tiroides

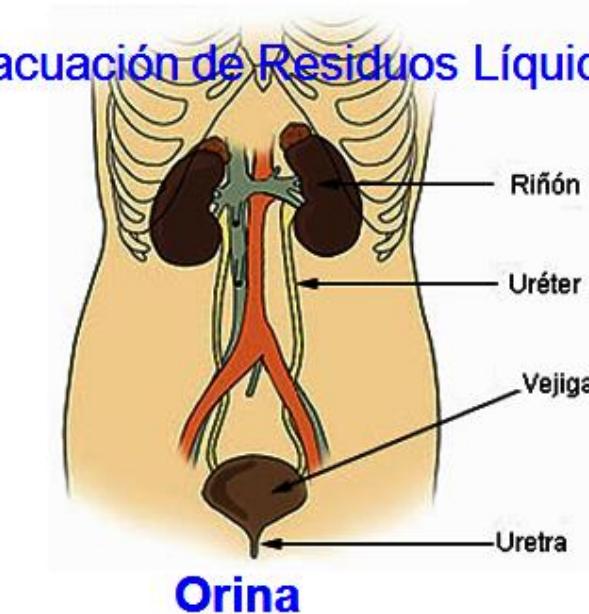


DOC

## D – ELIMINACION



## Evacuación de Residuos Líquidos

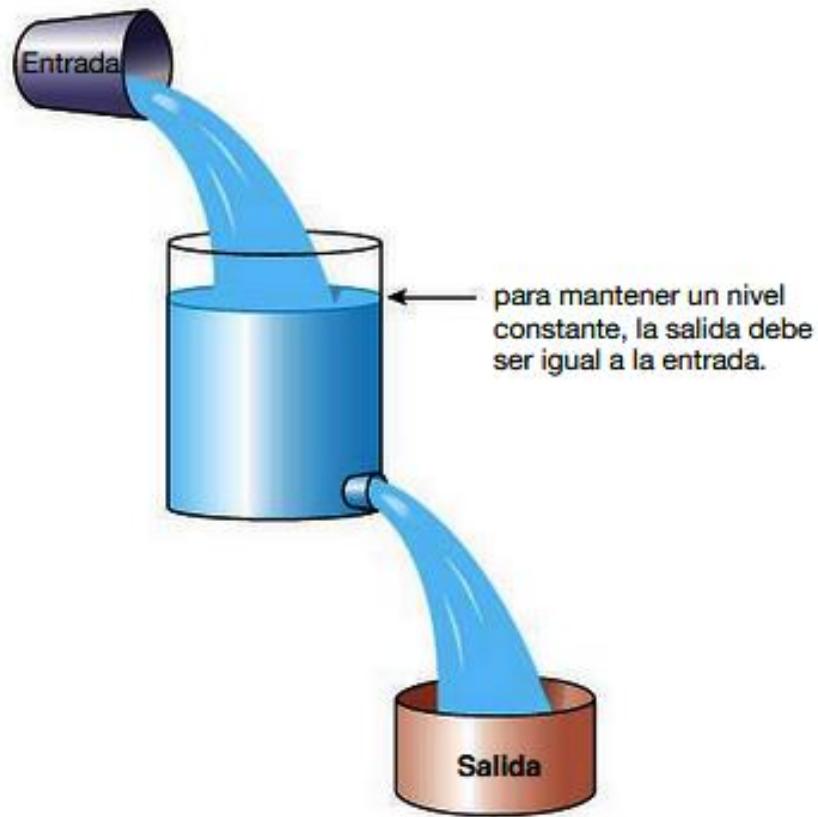


DOC

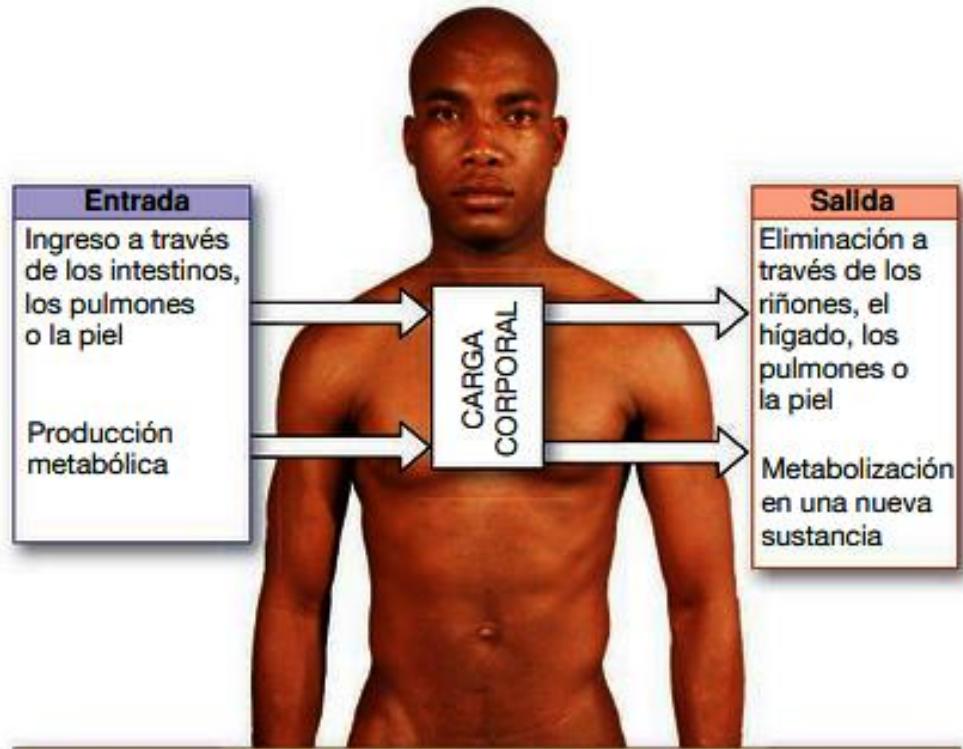
## Mecanismos Nerviosos – Humorales y mixtos

Algunos ejemplos:

- **Corrección de la deshidratación (Nervioso) - Mecanismo de la sed**
- **Corrección de la hiposmolaridad (Humoral) Inhibición de la secreción de ADH**
- **Corrección de la hiperkalemia: (Humoral) Secreción de aldosterona**
- **Corrección de la hipercalcemia (Humoral) Secreción de calcitonina**
- **Corrección de la hipoglucemias (Mixto)**
- **Corrección de la hipercapnia (Nervioso) Estimula el centro respiratorio**
- **Corrección de la hipotensión (Mixto)**



(a) Equilibrio de masa en un sistema abierto



#### Ley del equilibrio de masas

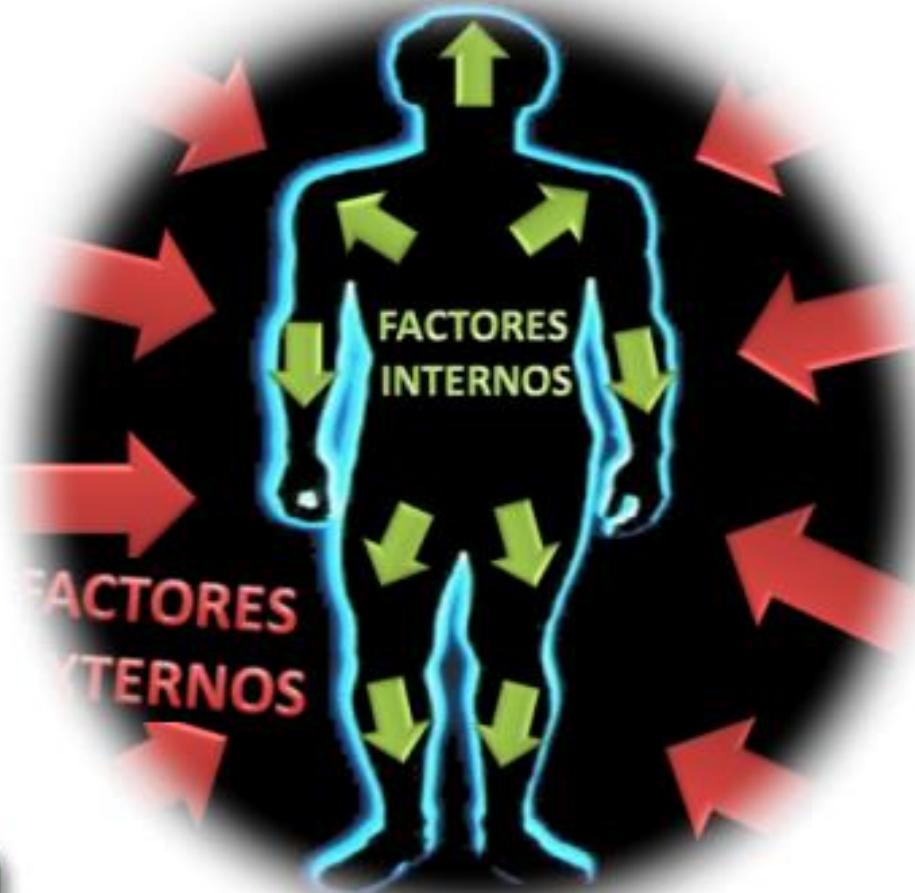
$$\text{Equilibrio de masas} = \text{carga corporal existente} + \text{ingesta o producción metabólica} - \text{excreción o eliminación metabólica}$$

(b) Equilibrio de masa en el cuerpo

**Equilibrio de masa en un sistema abierto.** (a) Para mantener el equilibrio, la entrada en el sistema debe ser equivalente a la salida. (b) Las sustancias ingresan en el organismo principalmente a través de la ingesta o la respiración, o bien pueden ser producidos por el metabolismo. Las sustancias salen del cuerpo por medio de la excreción o del metabolismo.

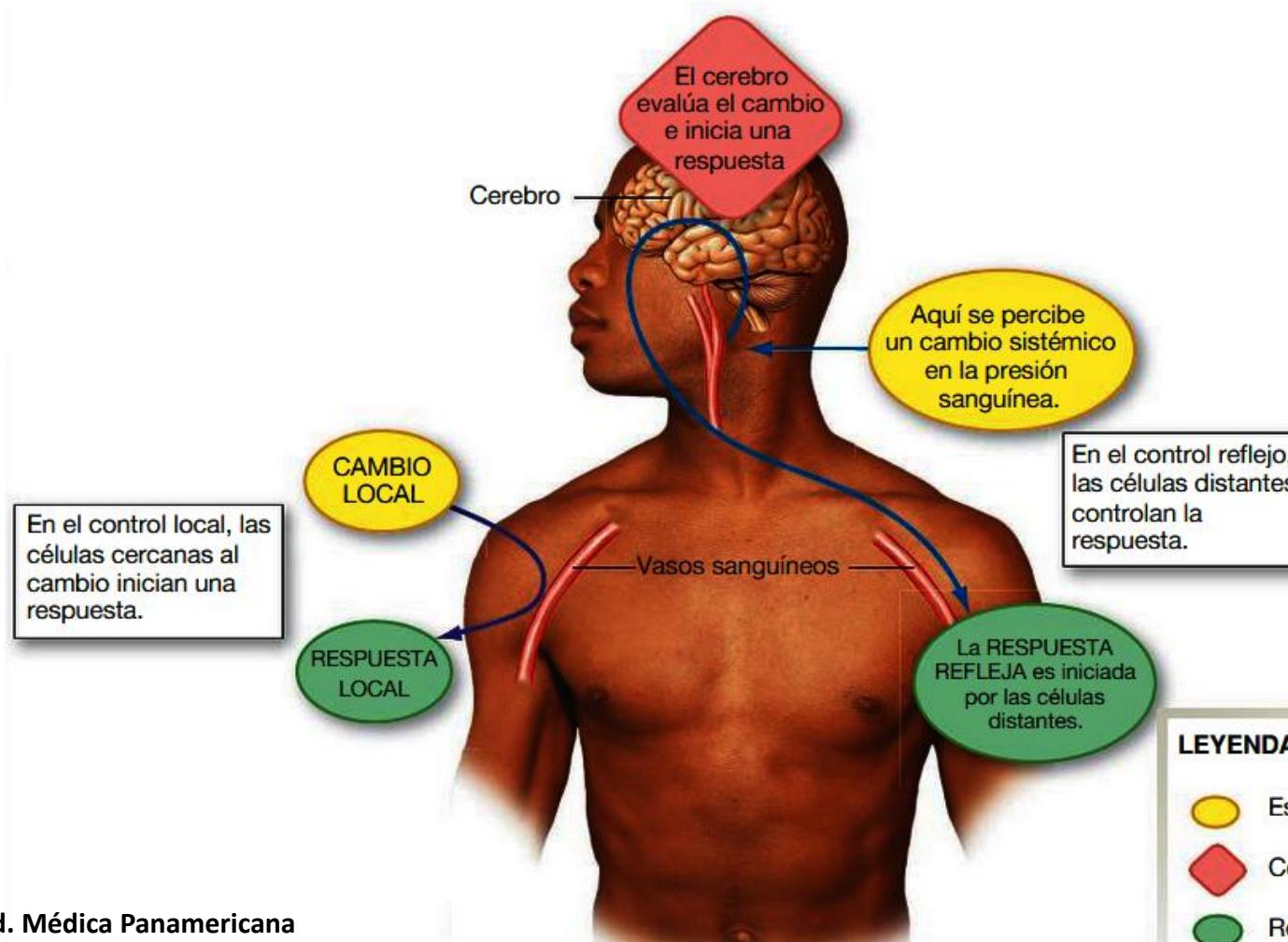


● En Fisiología Humana  
 (Se expresa una tendencia; no hay pérdida de la homeostasis  
 Hay una variación dinámica que permanentemente tiende  
 a un punto de ajuste fisiológico)

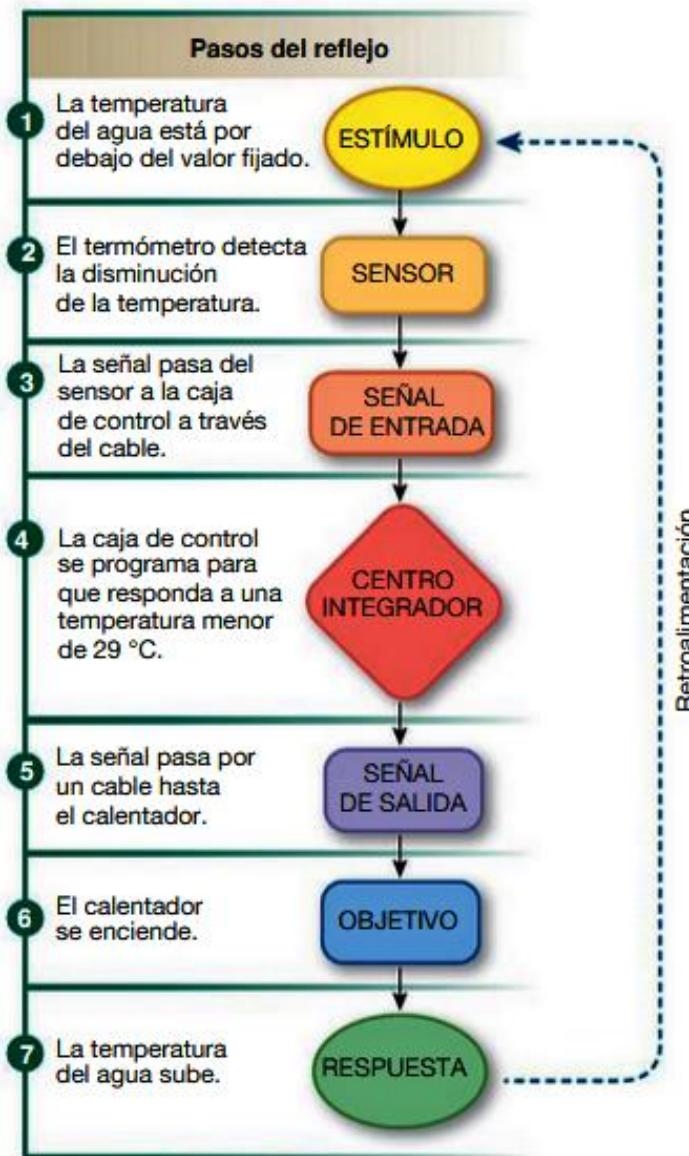
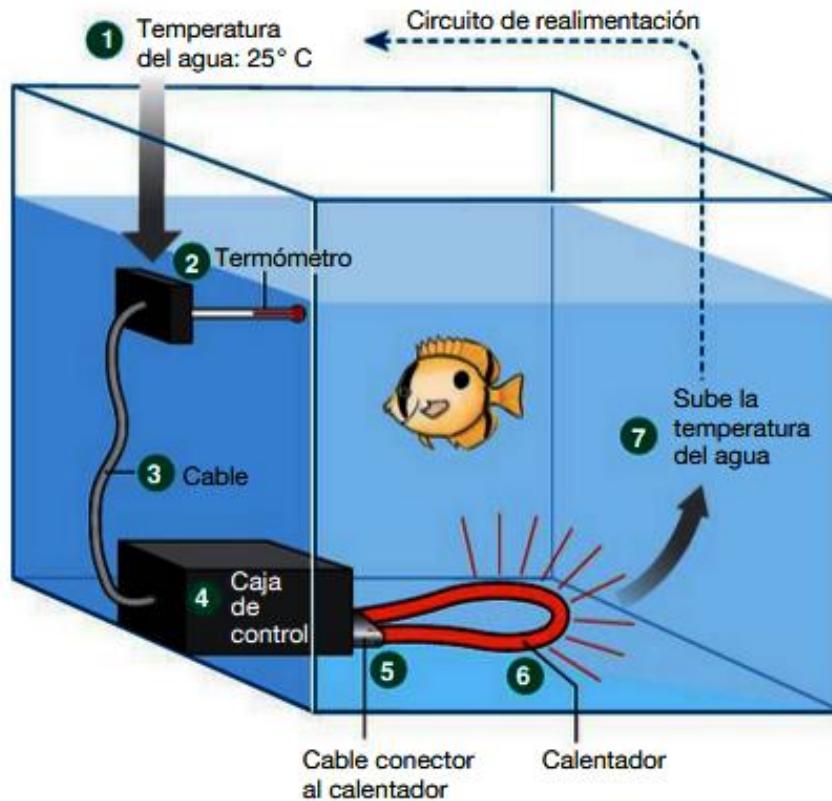




# Sistemas de control

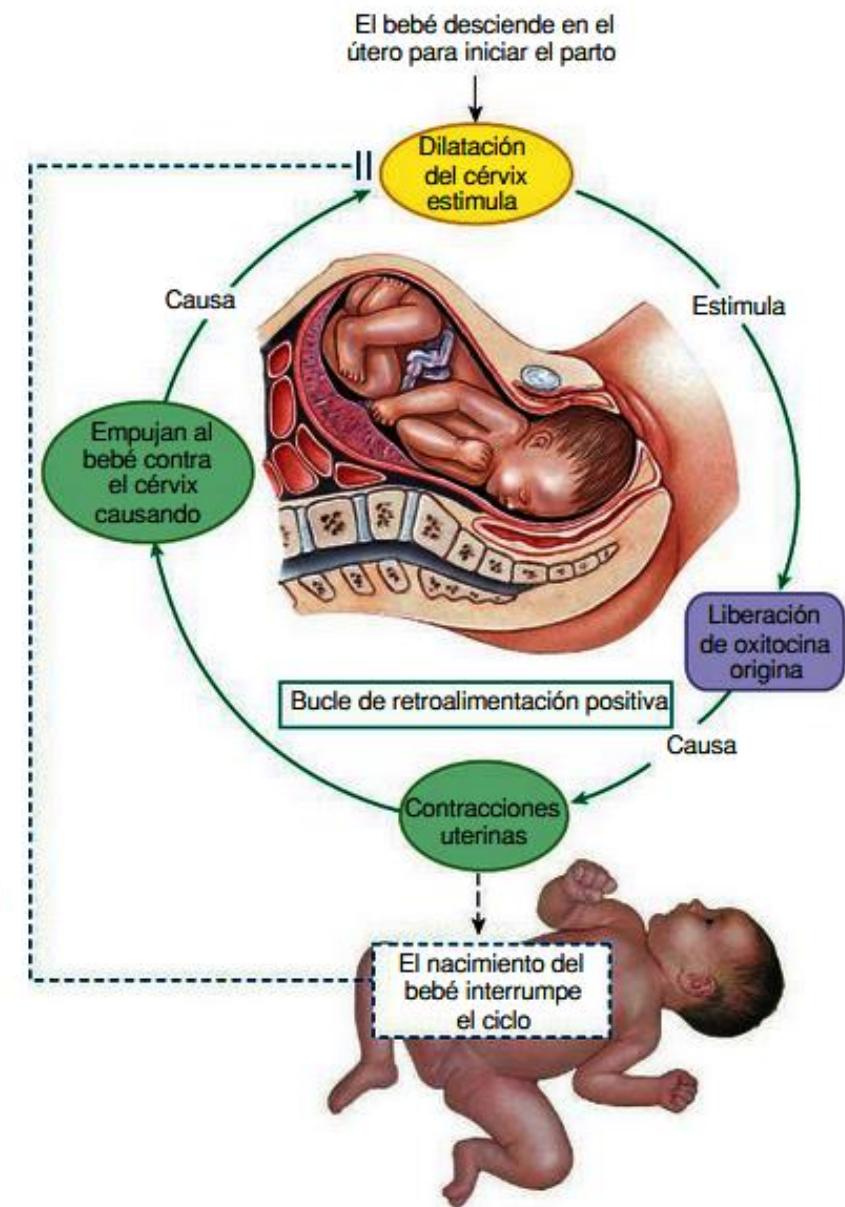
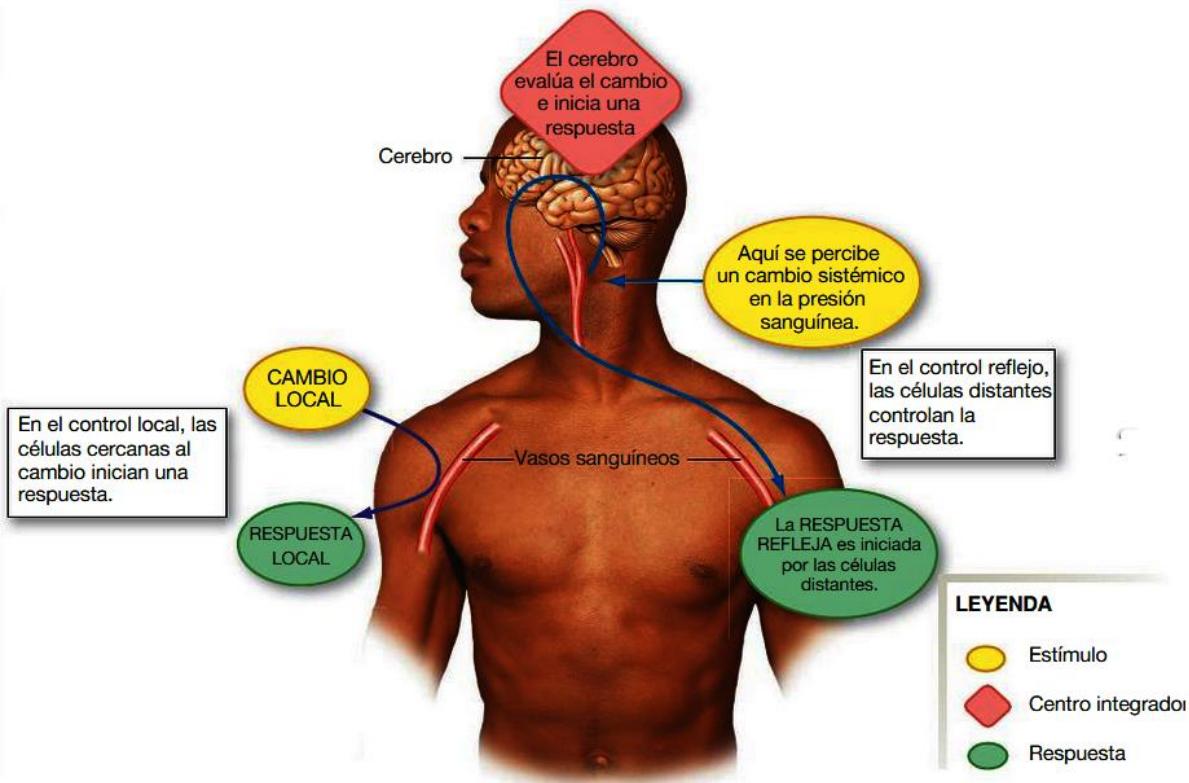


# Retroalimentación



**Pasos en el circuito de respuesta de una ruta de control reflejo.** En el acuario del ejemplo, la caja de control se ajusta para mantener la temperatura del agua a  $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$ .

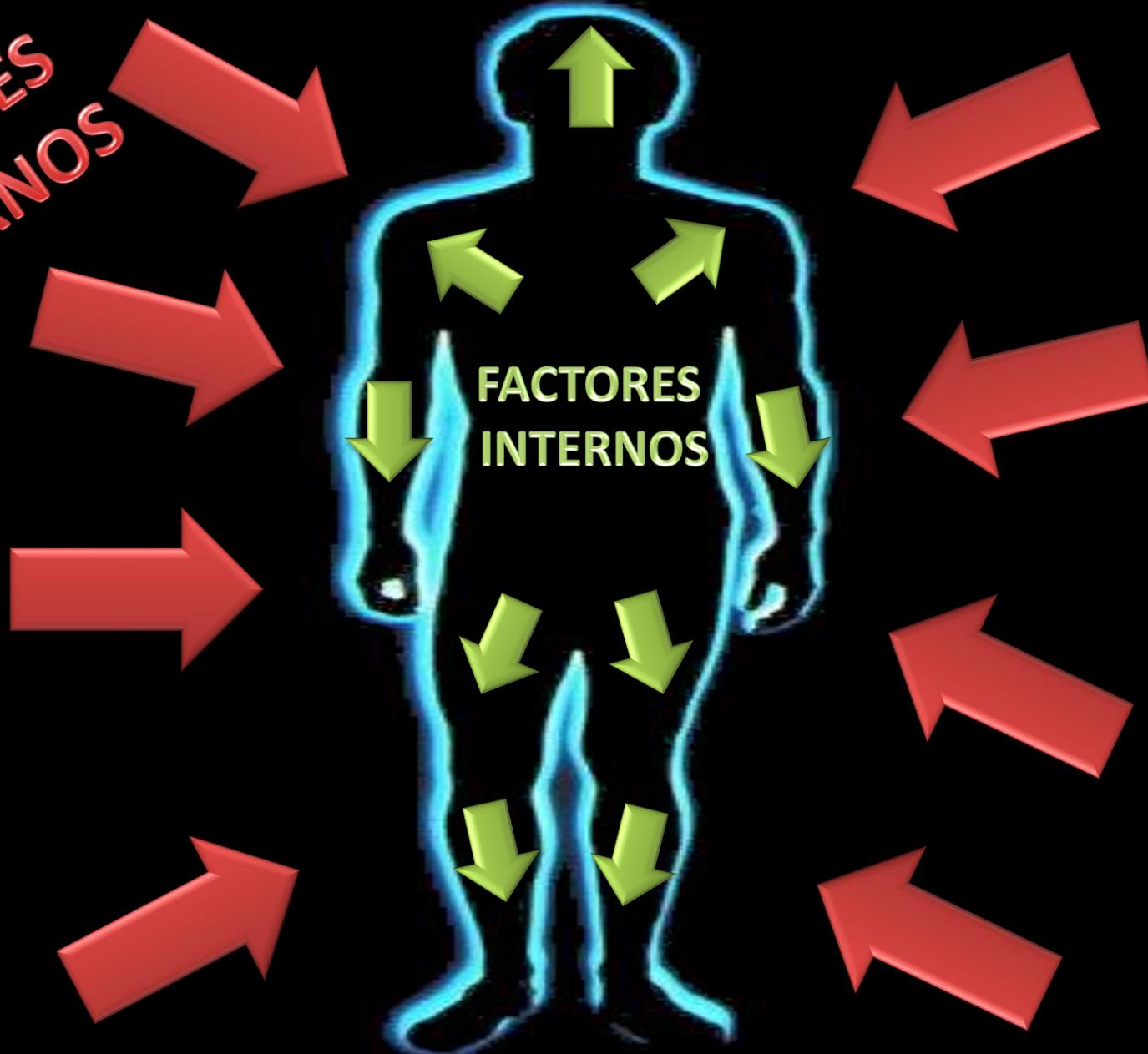
# Tipos de sistemas de control



RETROALIMENTACIÓN NEGATIVA

RETROALIMENTACIÓN POSITIVA

**FACTORES  
EXTERNOS**





**Actividades**

**Ontogenia**

**Regulación  
compleja**

**Medio  
Externo**

**Variabilidad  
biológica**

# Objetivos

Que los estudiantes:



- Conozcan la importancia de interpretar conceptos en Fisiología y valores de referencia que surgen de la variabilidad biológica.

Reconozcan y cuantifiquen los distintos compartimientos líquidos del organismo y distingan entre ellos al MEDIO INTERNO.

- Valoren la importancia del MEDIO INTERNO como centro integrador del funcionamiento de los sistemas de trabajo y los sistemas de control.

Interpreten los principales mecanismos puestos en marcha para mantener la homeostasis (alostasis) y regular la homeorresis.

- Conozcan y distingan los componentes del MEDIO INTERNO, sus propiedades, medios operativos y sistemas de medidas estandarizadas.

## Bibliografía

- Coppo, J. A.: *Fisiología Comparada del Medio Interno*. 2<sup>a</sup> Edición corregida y aumentada. Editorial Universidad Católica de Salta. Departamento Editorial EUCASA. Salta. 2008.
- \* Silverthorn, D. U.: *Fisiología Humana. Un Enfoque Integrado*; 8<sup>a</sup> Edición. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. 2019.