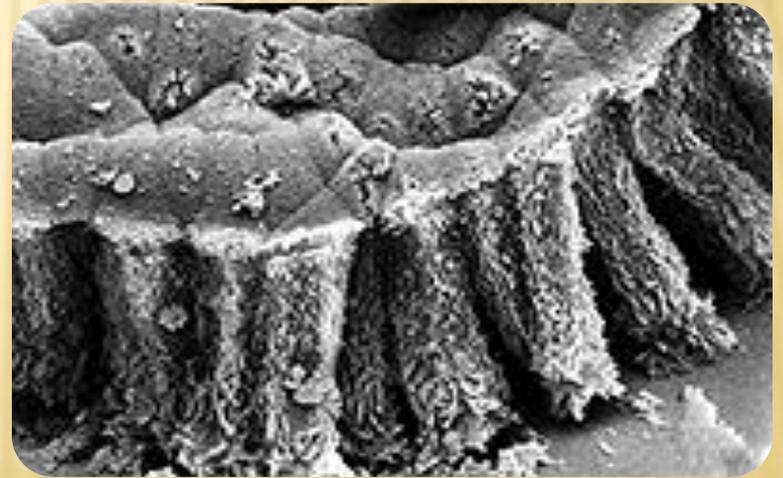
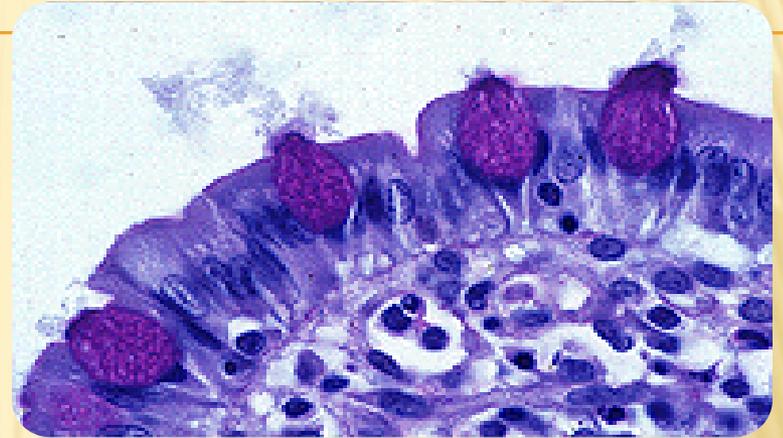


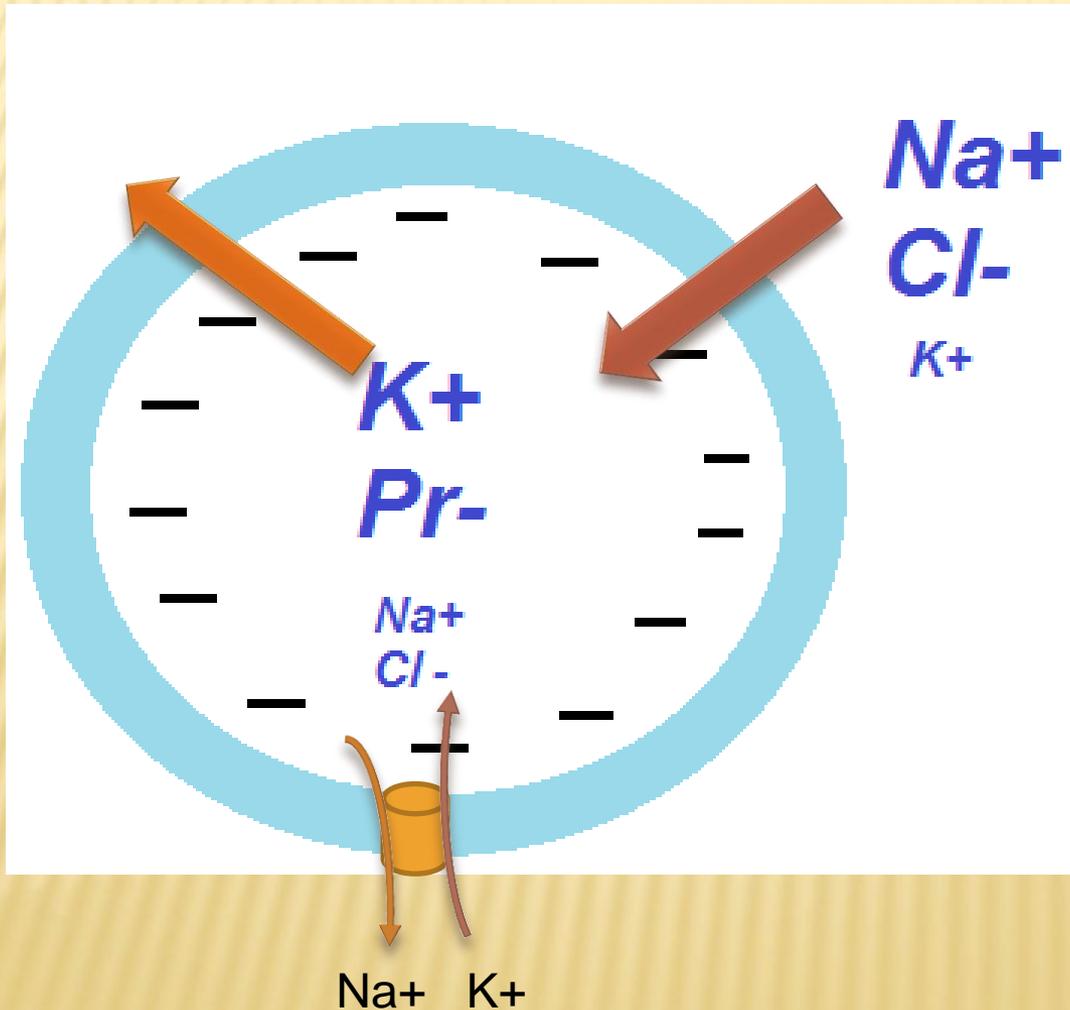
***Biofísica de
TRANSPORTE a
través de
EPITELIOS***

Ciclo 2016

Brom. Ivana S. Grigor



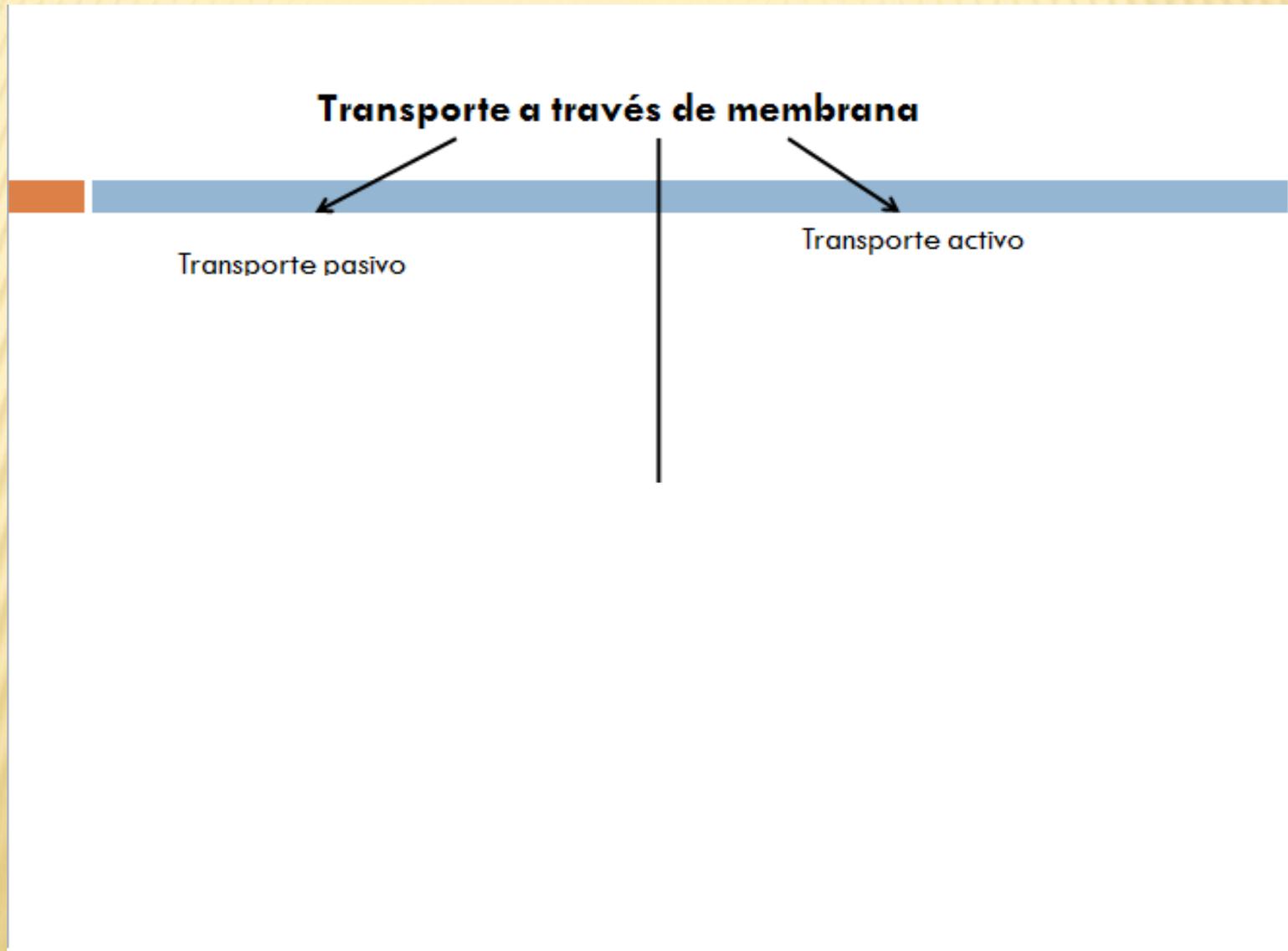
REPASO



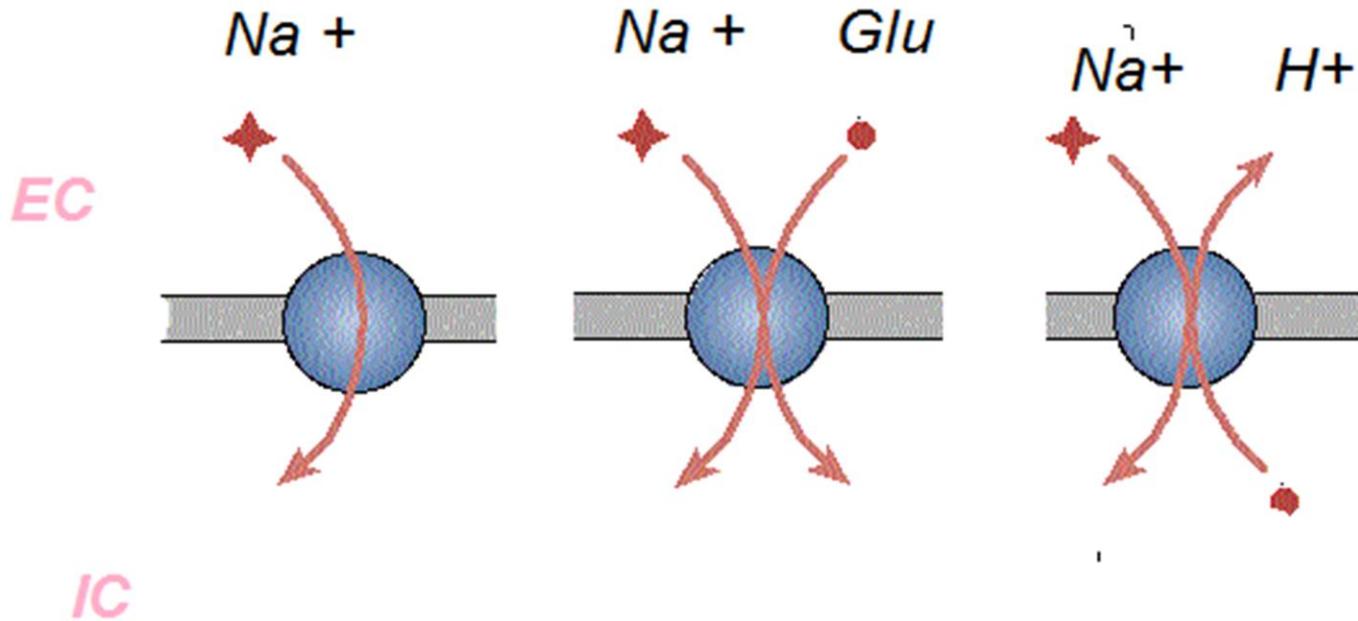
$\Delta G (-)$
ESPONTANEO,
energéticamente
favorable en la
dirección
planteada

$$J_{\text{neto}}: Pd \cdot A \cdot \Delta C$$

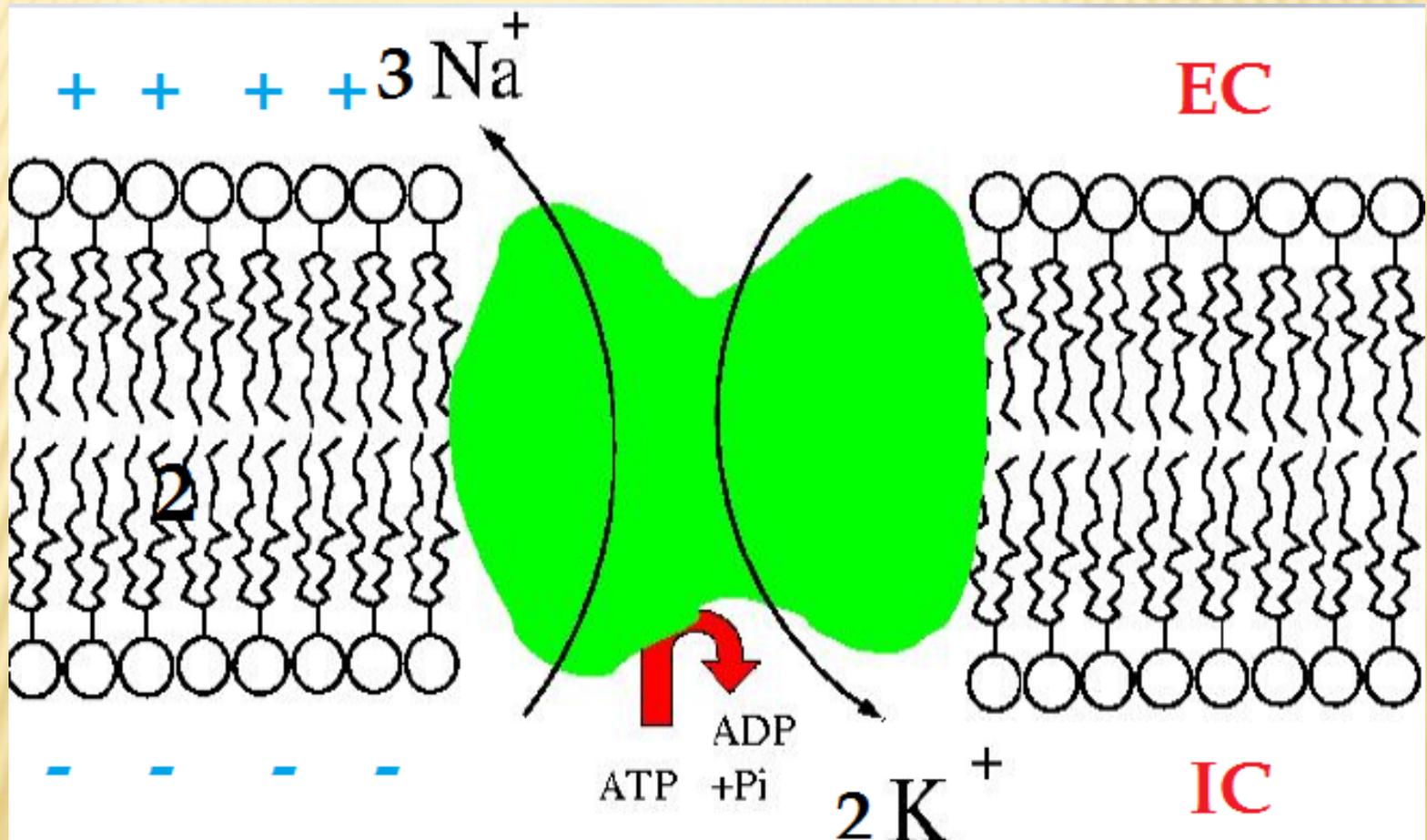
TIPOS DE TRANSPORTE



TRANSPORTES PASIVOS



TRANSPORTES ACTIVOS: BOMBA DE SODIO/POTASIO: BOMBA ELECTROGENICA



BARRERAS ENTRE COMPARTIMENTOS

1) BARRERAS CELULARES

2) BARRERAS EPITELIALES

- Piel
- Circulatorio
- Digestivo:
 - **Glandular**
 - **Gástrico**
 - **Intestinal**
- Respiratorio
- Renal

¿Qué es un epitelio?

Es un tipo de tejido constituido por una o por varias capas de células, unidas entre sí, por una zona llamada “unión estrecha” o “zónula ocludens”.

Características comunes de los epitelios

- ❖ Formados por células adheridas entre sí
- ❖ Sin sustancia intercelular
- ❖ Carecen de vasos sanguíneos
- ❖ Pueden secretar diferentes compuestos
- ❖ Poseen inervación
- ❖ Poseen polaridad

FUNCIONES

- **SEPARAN** unos ambientes de otros, crea delimitaciones entre diferentes aéreas de nuestro cuerpo
- Son **BARRERAS PROTECTORAS** contra el medio ambiente.
- **REGULAN** el intercambio de materia y energía con el medio interno y el externo, mediante absorción y excreción de sustancias.
- Contribuyen a **MANTENER** el volumen y la composición de los compartimentos del organismo.

ELEMENTOS COMPONENTES DE UN EPITELIO PARA SU DESCRIPCIÓN BIOFÍSICA (EPITELIO SIMPLE)

LUZ

(Lado mucoso)

Membrana APICAL

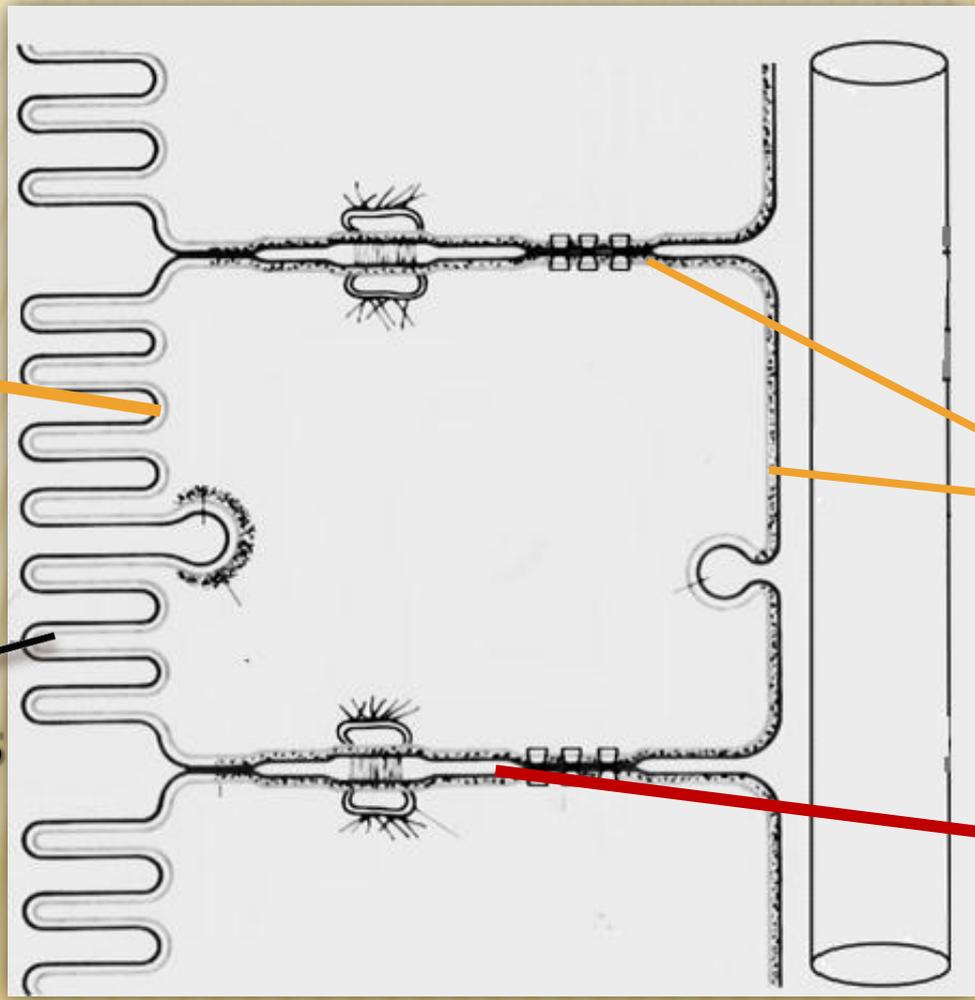
Microvellosidades

VASOS SANGUINEOS

(Lado seroso)

Membrana BASOLATERAL

ZONA OCLUSIVA



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS CELULAS EPITELIALES

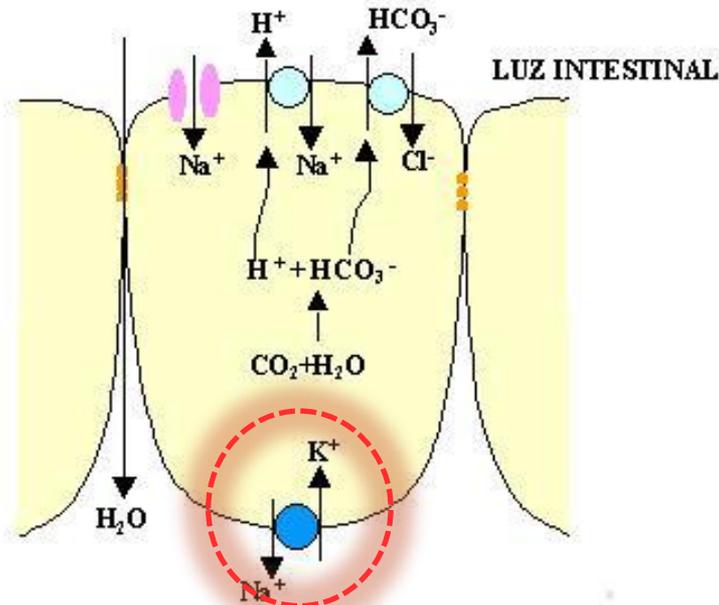
Estas células epiteliales, presentan características similares a las otras células del cuerpo:

- Baja [Na⁺] aprox. 10 mEq/l
- Alta [K⁺] aprox. 140 mEq/l
- El interior celular presenta un potencial eléctrico negativo con respecto al exterior
- Bombas de Na⁺/K⁺ ATPasa
- SIN EMBARGO, se caracterizan por tener DISTINTA POLARIDAD entre la membrana basolateral y apical. Lo que significa que la permeabilidad y propiedades de transporte de ambas membranas son diferentes!

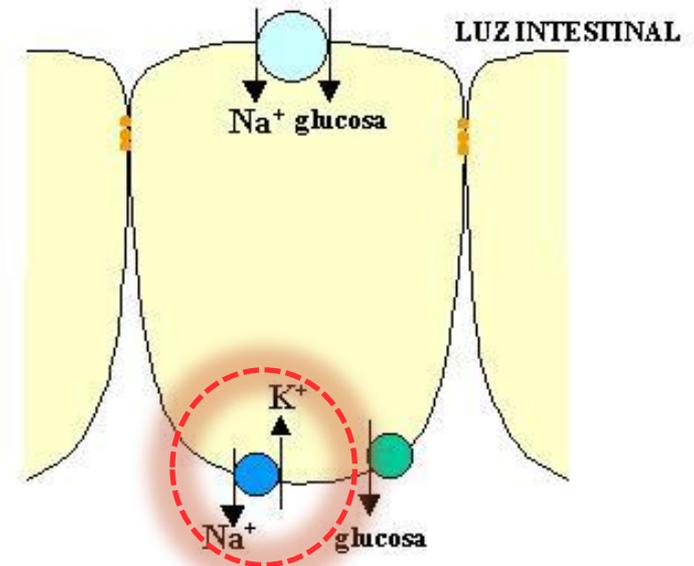
En la membrana BASOLATERAL se encuentran localizadas principalmente el tipo de TRANSPORTE ACTIVO

ALGUNOS EJEMPLOS DE POLARIDAD EN LOS EPITELIOS

TRANSPORTE DE CLORURO SÓDICO Y AGUA EN EL EPITELIO DEL INTESTINO GRUESO



TRANSPORTE DE GLUCOSA EN EL EPITELIO DEL INTESTINO DELGADO



EPITELIOS ALTAMENTE POLARIZADOS

PROPIEDADES BIOFÍSICAS DE LOS EPITELIOS

○ **POR SER UNA BARRERA FÍSICA**



Separan compartimentos: “mucoso” y “seroso”

○ **POR SER UNA BARRERA CON PERMEABILIDAD “ESPECÍFICA”**



- Impide el paso de proteínas.
- Permite el paso de sustancias.
- Genera gradientes entre la “luz” y el “intersticio”

○ **POR SER UNA BARRERA CON PERMEABILIDAD “DIFERENCIADA”:**



Manifiesta “polaridad” entre el lado “mucoso” (luz) y el lado “seroso” .

PROPIEDADES BIOFÍSICAS DE LOS EPITELIOS

- POR SER “AVASCULARIZADOS”:



- El movimiento de nutrientes y desechos se produce por difusión y por “bombas” desde la “luz” al “intersticio” y viceversa.

- POR POSEER UNA ZONA OCLUSIVA:



- De la cual depende la permeabilidad a los iones y al agua y moléculas de mayor tamaño.

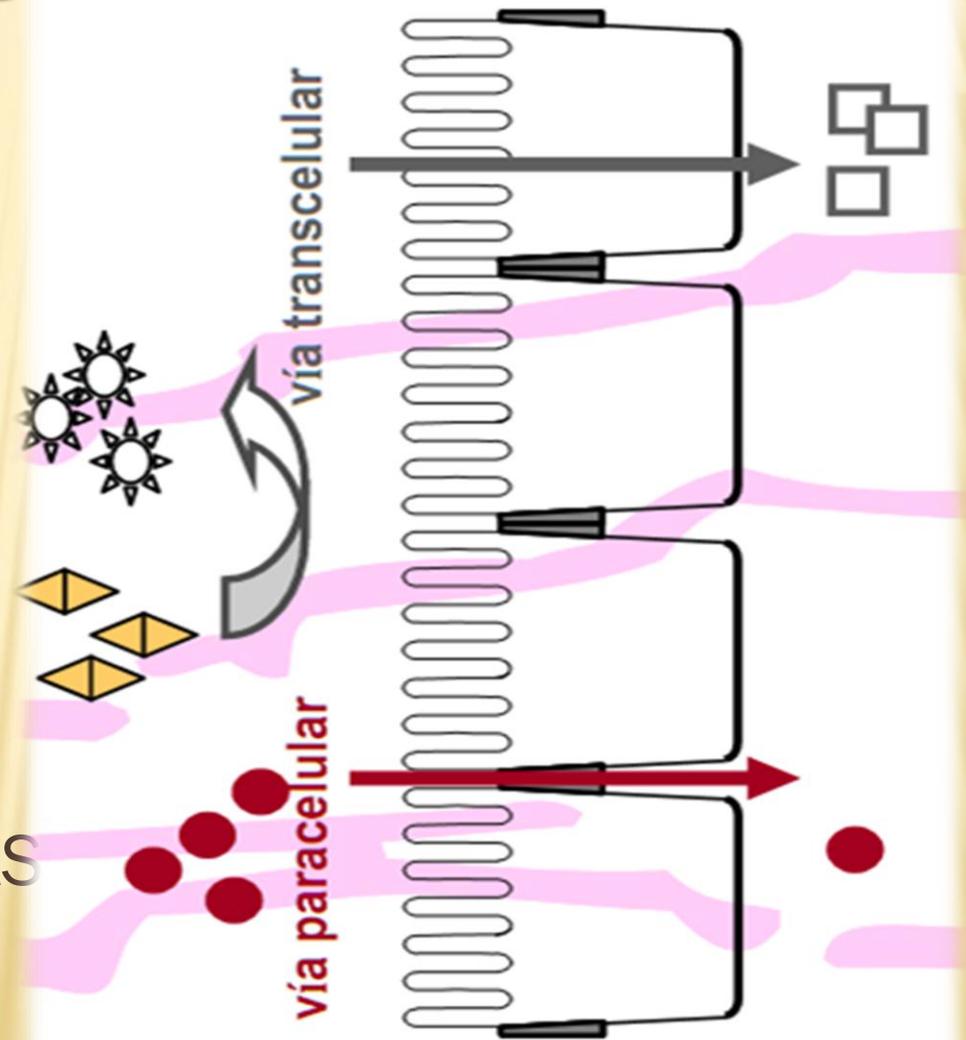
PASAJE DE SUSTANCIAS DEL LADO SEROSO A MUCOSO:

× VÍA PARACELULAR:

Pasan iones, agua y otras moléculas, a través de la ZONA OCLUSIVA

× VÍA TRANSEPITELIAL

Pasan iones, agua y otras moléculas, a través de las CELULAS EPITELIALES



CLASIFICACIÓN HISTOLÓGICA DE EPITELIOS

EPITELIOS GLANDULARES:

Células que se especializan en sintetizar sustancias, en almacenarlas y excretarlas cuando al organismo le conviene (**Glándulas Salivales**)

EPITELIOS DE REVESTIMIENTO:

En cambio, estos epitelios de revestimiento reúnen todas las características de separar y regular la composición de 2 compartimientos. (**Epitelio gástrico e intestinal**)

CLASIFICACIÓN HISTOLÓGICA DE EPITELIOS DE REVESTIMIENTO

Según el número de capas celulares:

- ✘ EPITELIOS SIMPLES O MONOESTRATIFICADOS: láminas epiteliales formadas sólo por una capa de células. Función de absorción y/o excreción. (Figura 1)
- ✘ EPITELIOS ESTRATIFICADOS: formados por dos o más capas celulares. Función de protección (Figura 2)
- ✘ EPITELIOS SEUDOESTRATIFICADOS: son aquellos que parecen estratificados pero todas sus células llegan a la membrana basal mientras que sólo las células más altas forman la superficie luminal (Figura 3)

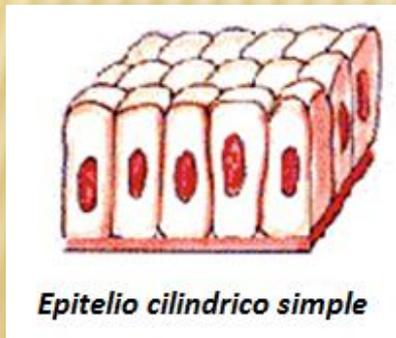


Figura 1



Figura 2



Figura 3

CLASIFICACIÓN **BIOFÍSICA** DE EPITELIOS



ESTUDIO EXPERIMENTAL DE UN EPITELIO USANDO LA CÁMARA DE USSING



- ✘ Dos piezas plásticas separadas por un epitelio para el estudio de la permeabilidad.
- ✘ Dos orificios alimentadores de cada cámara.
- ✘ Permite el uso de soluciones para estudiar los flujos y de electrodos para medir diferencias de voltaje

CLASIFICACIÓN BIOFÍSICA DE EPITELIOS

ABIERTOS

- ❑ Zona ocludens permeable (“leaky junction”)
- ❑ Alta permeabilidad a los iones ⇒
Baja resistencia eléctrica transepitelial ⇒
Baja diferencia de potencial transepitelial y transmembrana
- ❑ Poco efectivos en el mantenimiento de gradientes ⇒
ocurren reabsorciones isotónicas transepiteliales.
- ❑ Movilizan agua aún en ausencia de gradiente osmótico y de gradiente de presión hidrostática
- ❑*Ej: en órganos que transfieren grandes volúmenes de agua: túbulo contorneado proximal (180 l / día), intestino delgado (10 l / día), tejidos glandulares, vesícula biliar.

CLASIFICACIÓN BIOFÍSICA DE EPITELIOS

CERRADOS

- Zona Ocludens relativamente impermeable (“ tight junction”)
- Baja permeabilidad a los iones ⇒
Alta resistencia eléctrica transepitelial ⇒
Alta diferencia de potencial transepitelial
- Opone dificultad al transporte pasivo de iones
- Se **mantienen efectivamente los gradientes.**
- Ej: epitelio del colon, del túbulo colector de las nefronas.

CLASIFICACIÓN ABIERTO / CERRADO

Epitelio	Rt ohm.cm ²	ΔV	Cs/Cl	Os m	ME
túbulo proximal (rata)	10	0	1,3	1	abierto
vesicula biliar (conejo)	30	0	12	1	abiero
intestino (conejo)	100	4	1,6	1	abierto
túbulo distal (rata)	300	45	10	> 1	intermedio
estómago (rana)	500	30	106	> 1	cerrado
túbulo colector (conejo)	860	25	7	> 1	cerrado
vejiga urinaria (sapo)	1500	60	600	> 1	cerrado
piel (rana)	3600	90	104	> 1	cerrado

Rt: resistencia total transepitelial; ΔV diferencia de potencial; Cs/Cl = relación máxima de concentraciones compatibles con transporte activo (Cs: lado seroso – Cl: lado luminal) Osm: osmolaridad relativa del líquido transportado. ME: tipo de epitelio al microscopio electrónico

¿CUÁNDO UN EPITELIO "ABIERTO" PASA A SER "CERRADO?"

Basándonos en la **RESISTENCIA TRANSEPITELIAL**:

✓ $R_t < 1000 \text{ ohm.cm}^2 \rightarrow$ ABIERTO

✓ $R_t > 1000 \text{ ohms.cm}^2 \rightarrow$ CERRADO

La diferencia entre la piel de rana y el túbulo proximal es enorme y son los ejemplos clásicos de cerrado y abierto.

CLASIFICACIÓN BIOFÍSICA DE EPITELIOS

ABSORTIVO:

El transporte el transporte **neto** de solutos y agua ocurre desde la LUZ de una cavidad transcelular hacia el MEDIO INTERNO

- × *Ej: vesícula biliar, intestino, túbulo renal*

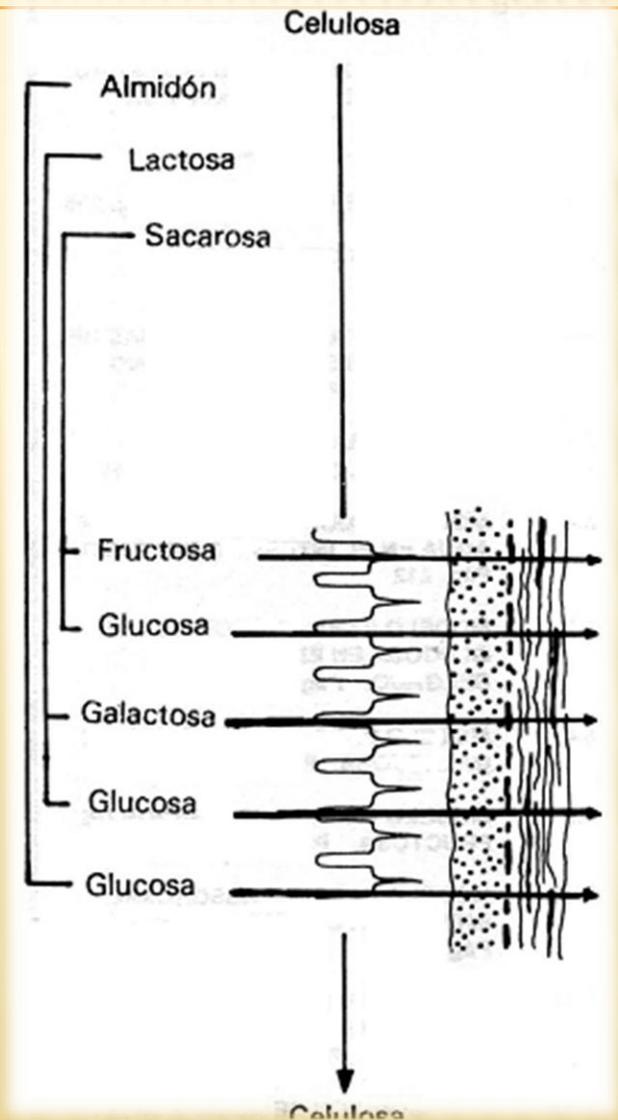
SECRETOR:

- × El transporte **neto** de enzimas, hormonas, etc. Se realiza desde el MEDIO INTERNO hacia la LUZ
- × *Ej: epitelios de estómago, hígado y páncreas.*

EPITELIO DIGESTIVO

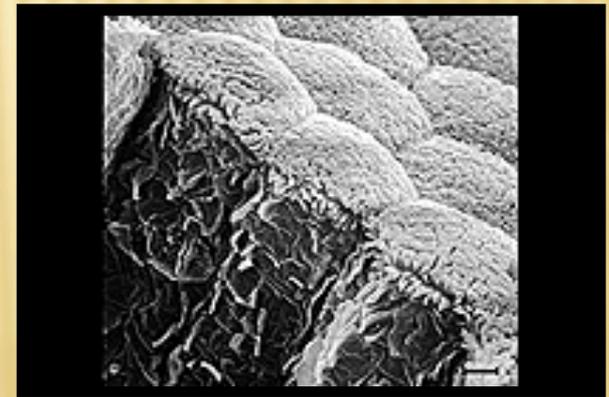
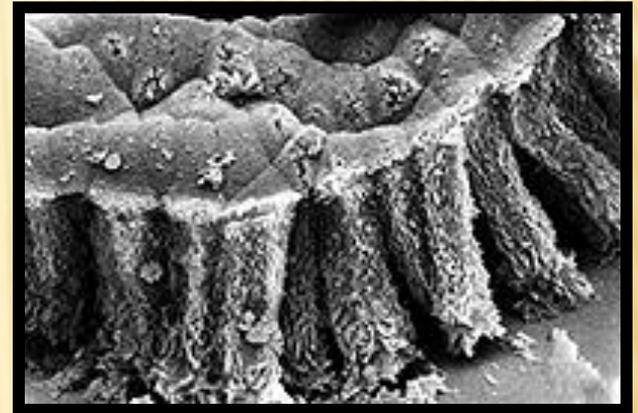
- ✘ Por encima de cualquier otra propiedad, el epitelio digestivo actúa como **BARRERA**, impidiendo que el contenido del tracto digestivo se MEZCLE con el extracelular.

Los mecanismos de absorción determinarán la **aparición de flujos netos**, desde la luz intestinal a la sangre, de ALGUNAS de las sustancias que, a diario, comemos.

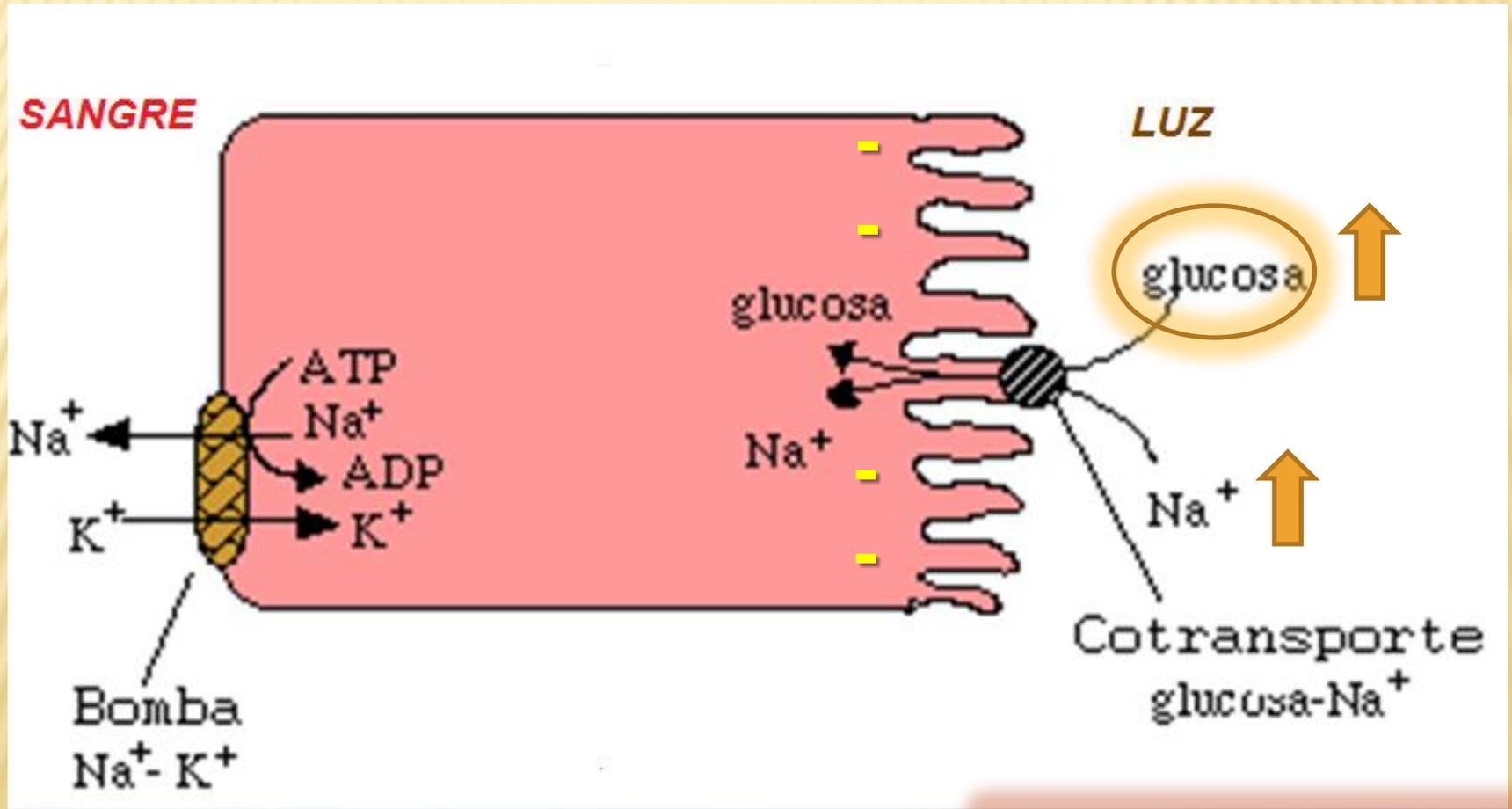


EPITELIO DEL INTESTINO DELGADO

- Es monoestratificado
- Es **ABSORTIVO**: el proceso de absorción de nutrientes es desde la luz hacia el torrente sanguíneo
- A nivel del Yeyuno, el epitelio presenta **PLIEGUES Y VELLOSIDADES**, las cuales aumentan 30 veces la superficie de intercambio del intestino.
- Es **ABIERTO**
- **MECANISMOS DE TRANSPORTE**: la difusión, la ósmosis y el transporte activo
- Es **ALTAMENTE POLARIZADO**

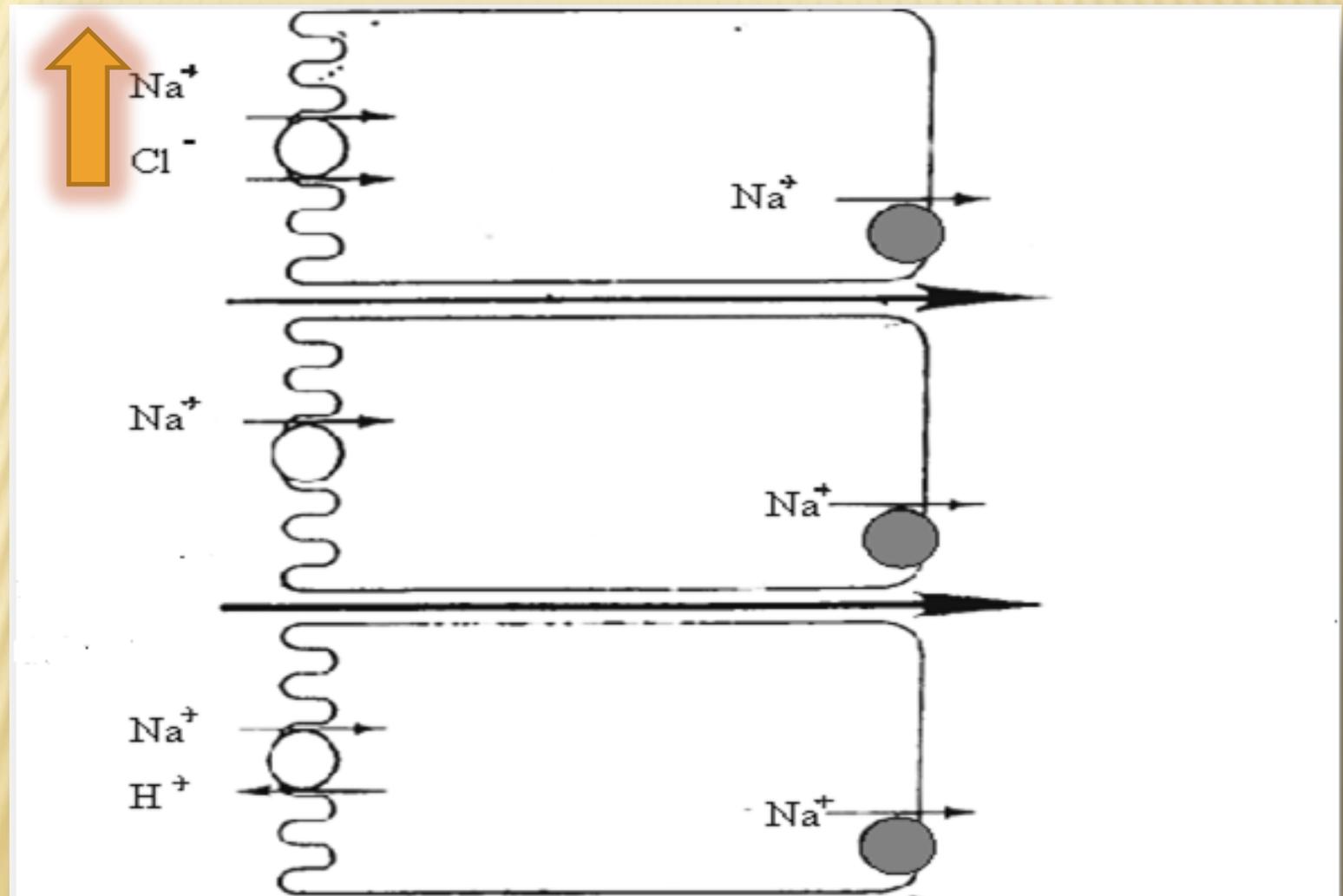


EPITELIO DEL INTESTINO DELGADO: Absorción de Glucidos y Aminoácidos

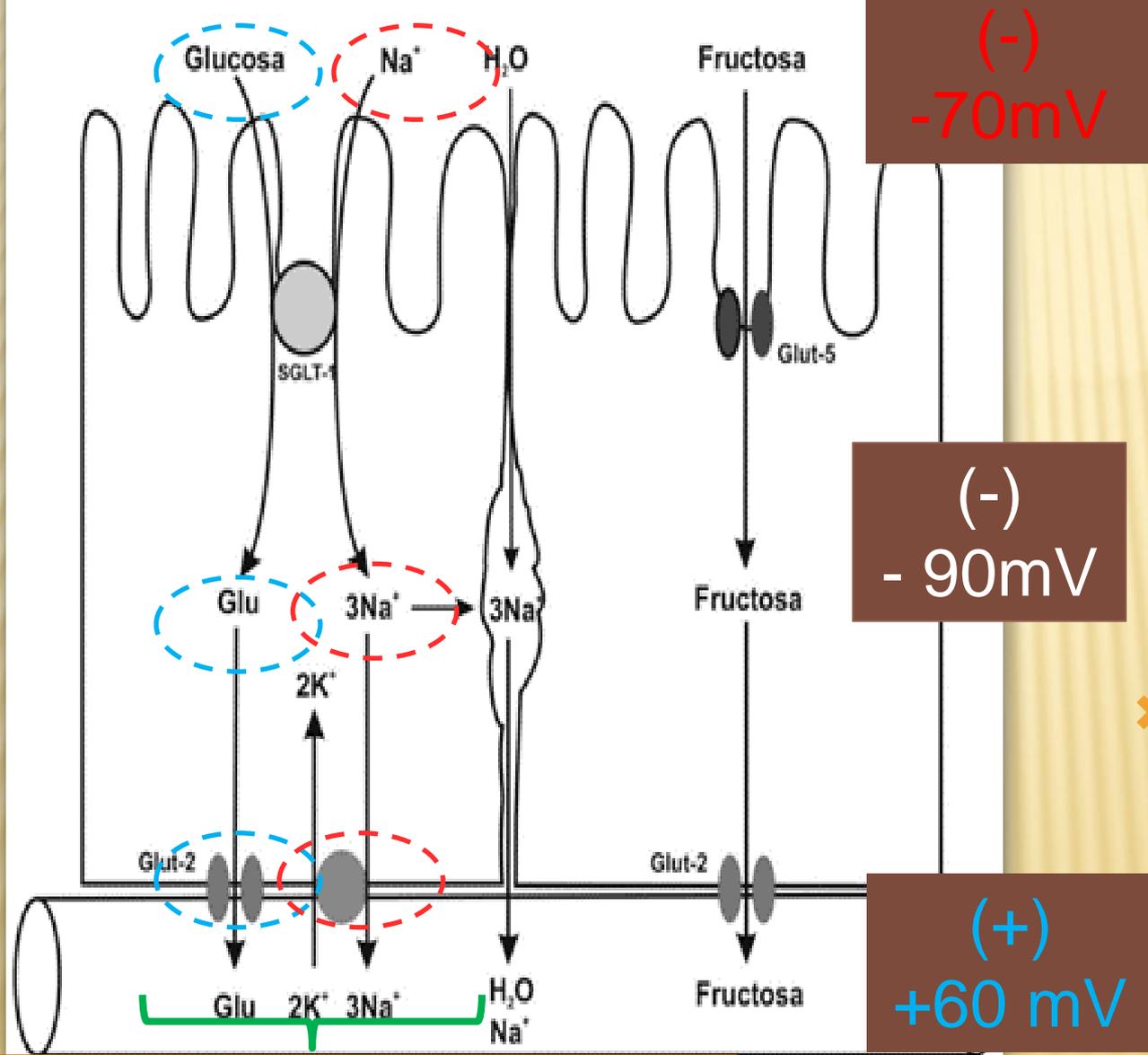


**SIMPORTE – TRANSPORTE
ACTIVO SECUNDARIO**

EPITELIO DEL INTESTINO DELGADO: Absorción de ELECTROLITOS Y AGUA



LUZ INTESTINAL



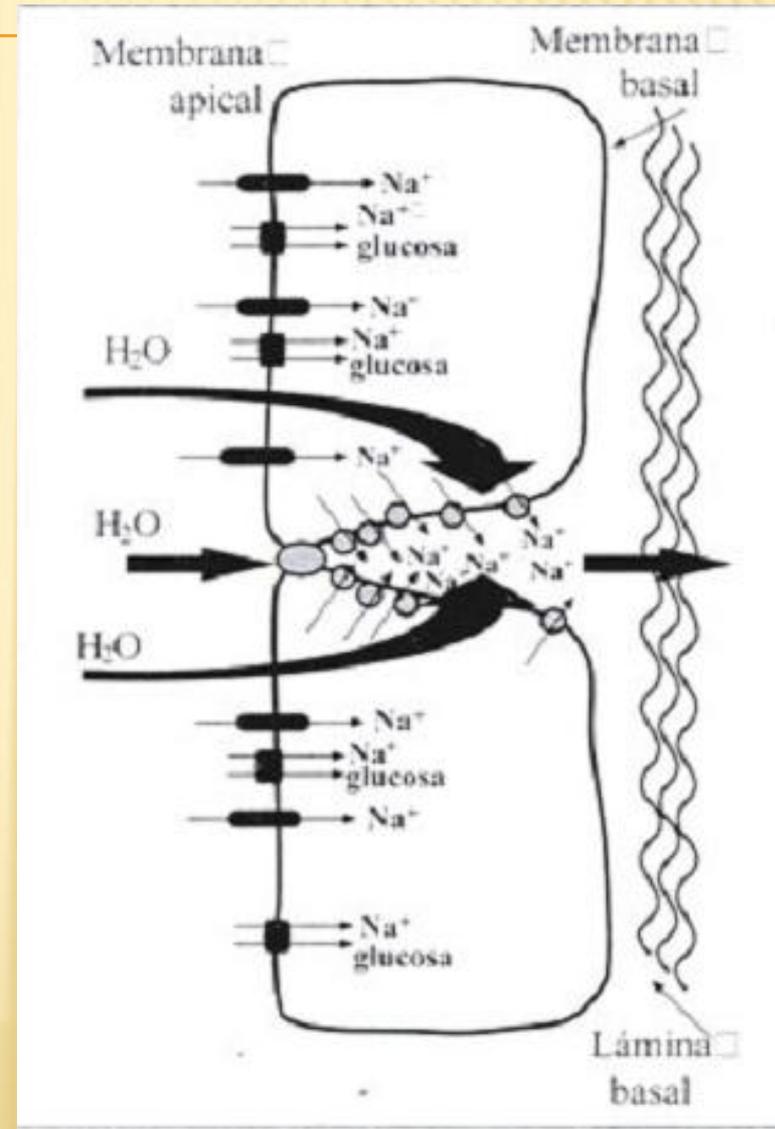
Transporte neto de solutos y de agua: hacia el intersticio y de allí a la sangre

✘ Transporta 10 l de agua por día.

Se crea una zona **HIPEROSMOTICA**

REABSORCIÓN ISOTÓNICA DEL AGUA

- ✘ Las bombas de Na^+ llevarían NaCl hacia el interespacio, creando una zona hiperosmótica.
- ✘ El flujo de agua ocurriría a través de la membrana apical, la membrana lateral y también a través de las uniones estrechas, hacia la membrana basal y los capilares.



EL EPITELIO GÁSTRICO

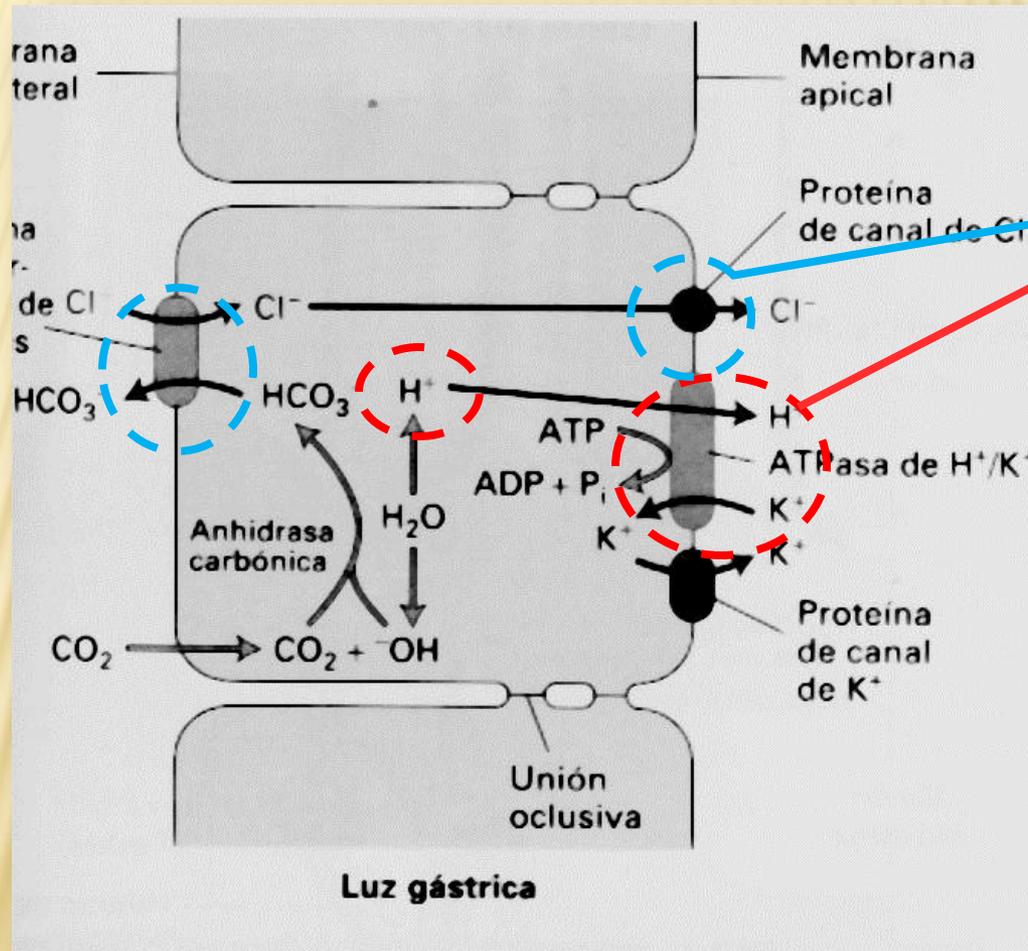
EPITELIO SECRETOR

- ✘ La secreción que se vierte a la luz del estomago se denomina **JUGO GASTRICO** (H₂O y HCl)cuyo pH es inferior a 2.
- ✘ Es una mezcla de secreciones procedentes de células epiteliales de la superficie mucosal y glándulas gástricas

EL EPITELIO GÁSTRICO

EPITELIO SECRETOR

VASOS SANGUINEOS



LUZ GÁSTRICA
(HCl)

EPITELIO GLANDULAR: GLÁNDULAS SALIVALES

FUNCIONES DE LA SALIVA:

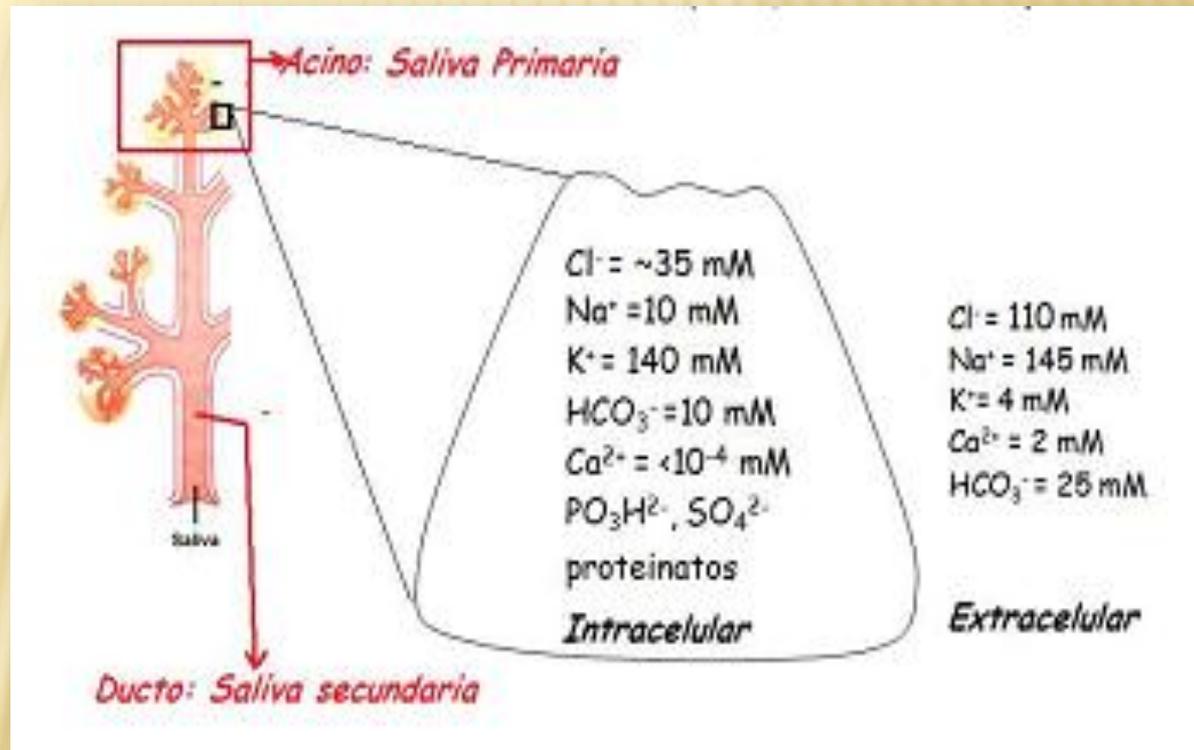
- × **Lubricar** los alimentos, facilitando su deglución y manteniendo la humedad de la mucosa bucal.
- × En los lactantes, la saliva facilita los movimientos de succión
- × Mantiene la **higiene** dental y oral.
- × Cumple cierta **función bactericida**
- × La saliva disuelve algunas moléculas de los alimentos
- × Los **componentes buffers** mantienen el ph bucal cercano a 7.
- × El incremento de la secreción salival antes del vómito, **protege el esmalte dental** del ácido gástrico.

EPITELIO GLANDULAR: GLÁNDULAS SALIVALES

SALIVA PRIMARIA:

El Cl^- es secretado desde la sangre a las células acinares por cotransporte con Na^+ y K^+ y secretado a la luz a través de canales junto con el HCO_3^-

Obteniéndose una *saliva primaria isotónica*, compuesta por iones Na^+ , K^+ , Cl^- , HCO_3^- pero rica principalmente de Cl^-

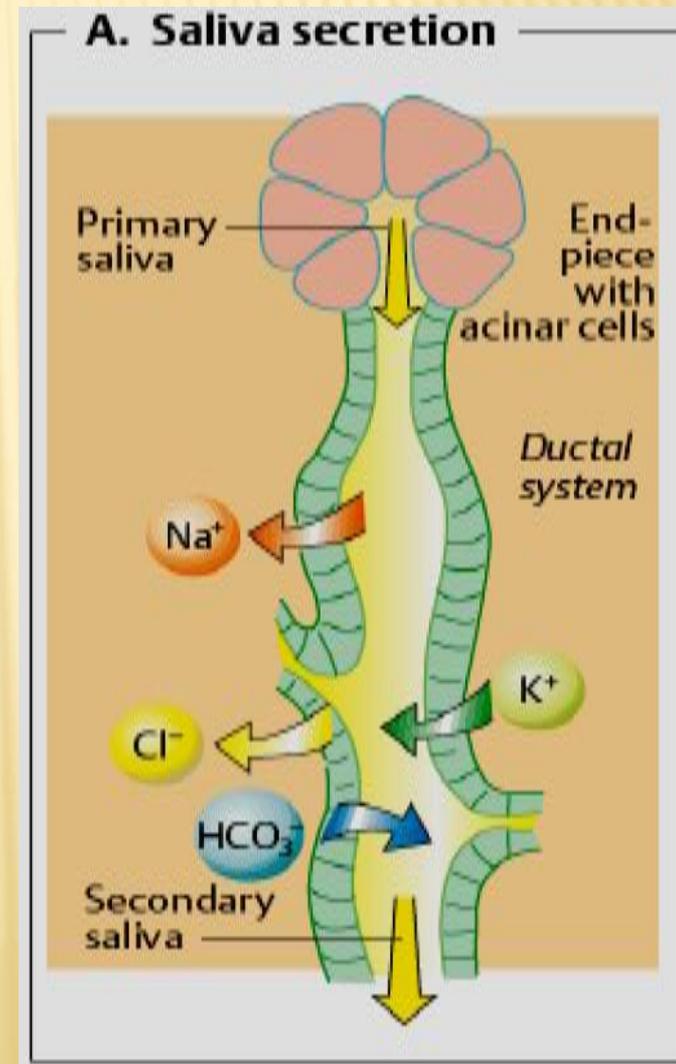
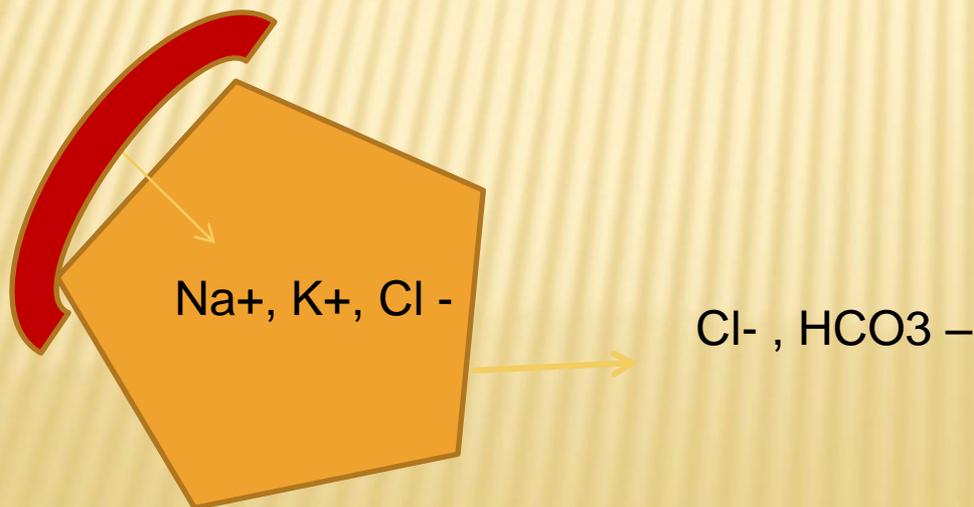


EPITELIO GLANDULAR: GLÁNDULAS SALIVALES

Saliva primaria: Isotónica. Composición iónica:
 Na^+ , K^+ , Cl^- , HCO_3^-

Paso lento por el conducto: Reabsorción de
 Na^+ y Cl^- \Rightarrow enriquecimiento en K^+ y HCO_3^-
 \Rightarrow **hipotónica** (**SALIVA SECUNDARIA**)

Paso rápido por el conducto: Sin cambios de
tonicidad.



Hemos llegado **CAS!** al fin....

- 
- ✓ Capítulo 4 de "Temas de Biofísica "(Parisi)
 - ✓ Capítulo 4.1 y 5.1 de "Manual de Fisiología y Biofísica para Estudiantes de Medicina"(R. Montearan)
 - ✓ Fisiología de la digestión. Martinez, Mañas, Yago

Te sugerimos que anotes estas fuentes bibliográficas que te serán muy útiles a la hora de estudiar!!