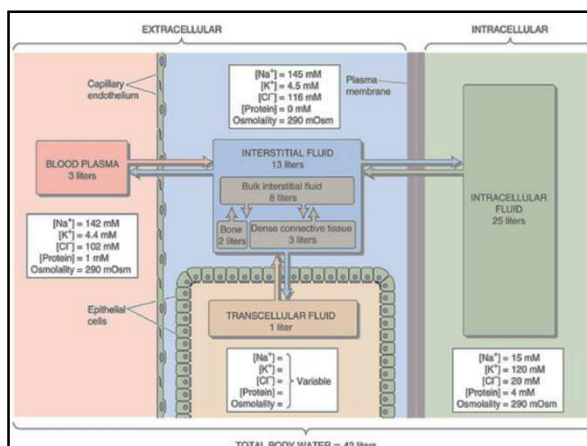
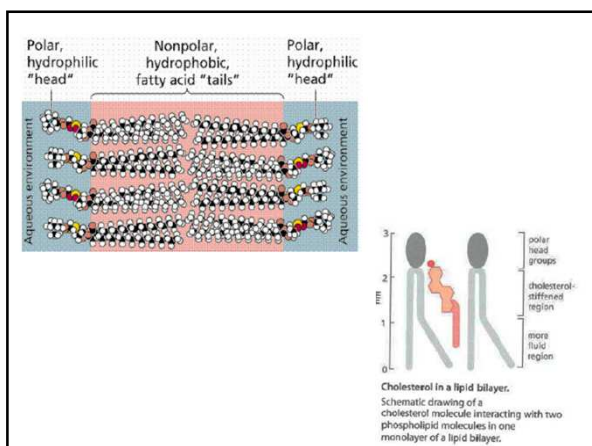
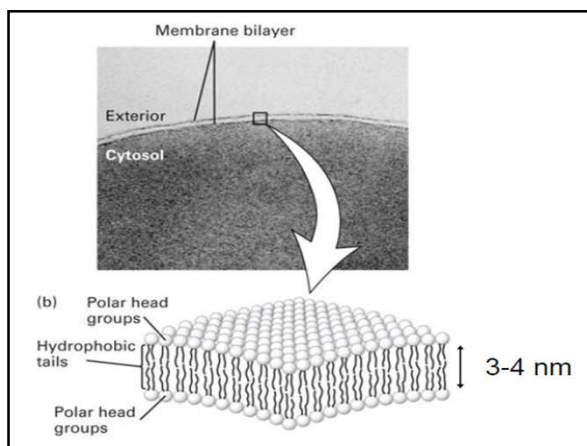
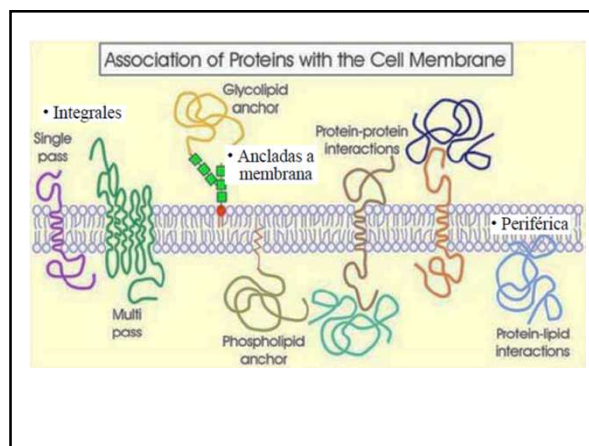
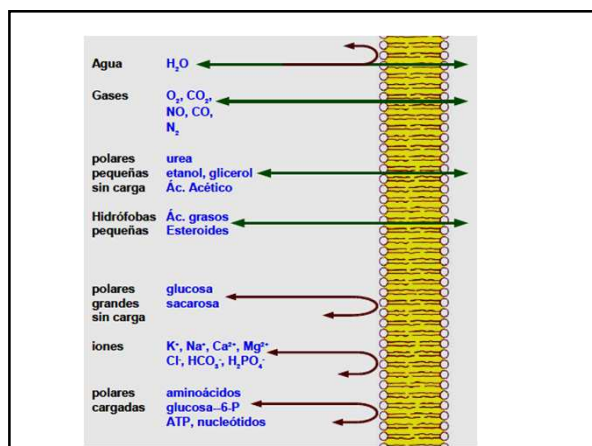
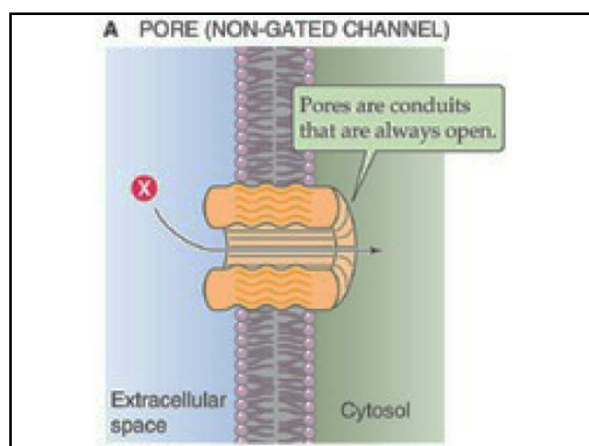


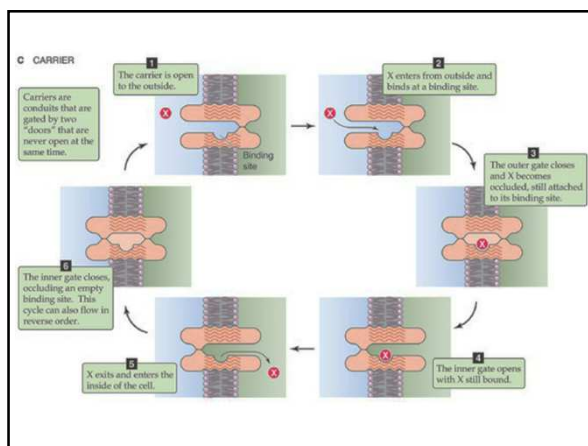
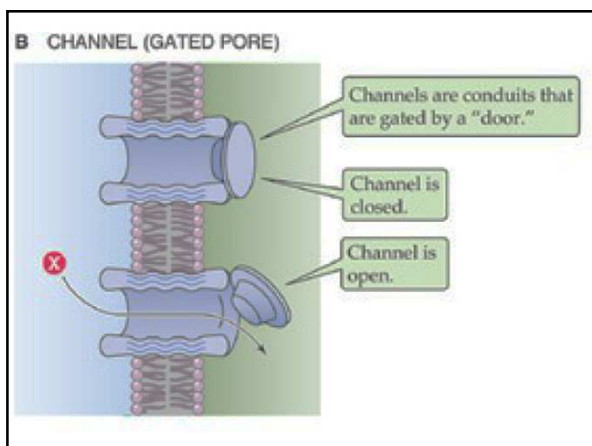
Biofísica del transporte a través de la membrana plasmática





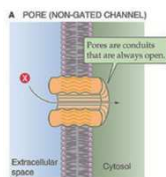
¿Qué son los **poros**, los **canales** y los **transportadores** que se encuentran en las membranas?





¿Cuáles son los principales poros?

Las **porinas** de la membrana externa de las mitocondrias y las **acuaporinas** que son canales para el paso del agua.

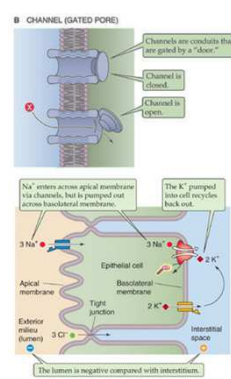


¿Cuáles son los principales canales iónicos?

Canales de Na⁺:

Rol en **Potencial de acción** en células excitables.

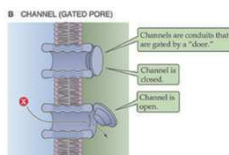
Canales ENaC, (*epithelial sodium channel, o canal de sodio epitelial*) se encuentran en la **cara apical** de las células de epitelios.



¿Cuáles son los principales canales iónicos?

Canales de K^+ :

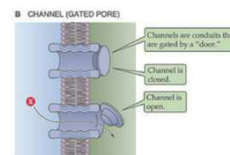
Rol importantísimo en la generación del **potencial de reposo** de las membranas plasmáticas.



¿Cuáles son los principales canales iónicos?

Canales de Ca^{++} :

El movimiento de Ca^{++} hacia el interior de la célula juega un rol vital en la **señalización transmembrana**, así como en la generación del **potencial de acción** de algunas células excitables.

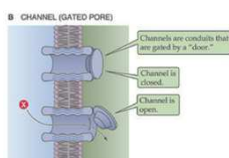


¿Cuáles son los principales canales iónicos?

Canales de H^+ :

Hv1 (*hydrogen voltage gated channel*, o *canales de protones voltaje dependiente*)

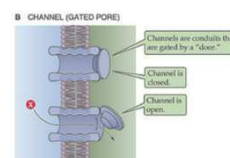
Los Hv1 se encuentran cerrados y se abren en **despolarización** o en **acidificación del citoplasma**



¿Cuáles son los principales canales iónicos?

Canales de Cl^- :

En algunas células epiteliales con canales de Cl^- en sus **membranas basolaterales**, juega un rol en el **movimiento transepitelial de Cl^-** desde el lumen hacia la sangre.



¿Cuáles son los principales transportadores o carriers?

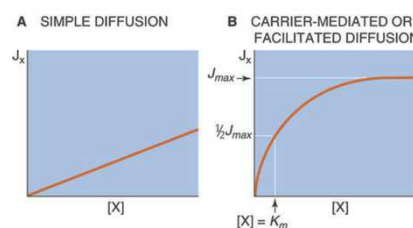
El más simple de los transportes mediado por carriers es el que permite la difusión facilitada (**uniport**).

Luego se encuentran, aumentando su complejidad, los sistemas de cotransporte (**simport**) y de intercambio (**antiport**).

Los **carriers** pueden diferir en:

- sus **mecanismos moleculares** (**uniport**, **simport** o **antiport**),
- en sus **propiedades cinéticas** (por diferencias de especificidad y afinidad a los distintos solutos),
- en su **regulación** (por ejemplo, fosforilación),
- en sus **ubicación celular** (pueden presentarse en la membrana plasmática o en la membrana de organelas intracelulares) y
- en los **tejidos** en los cuales se expresan (riñón, intestino, cerebro, etc.).

Cinética de **Michaelis-Menten**



$$J_x = \frac{[X] J_{max}}{K_m + [X]}$$

A menor **Km**, mayor será la afinidad del transportador por el soluto "x".

TRANSPORTADORES UNIPOINT

Transportadores de glucosa **GLUT1** y **GLUT4**

transportadores de urea **UT**

transportadores de cationes orgánicos **OCT**

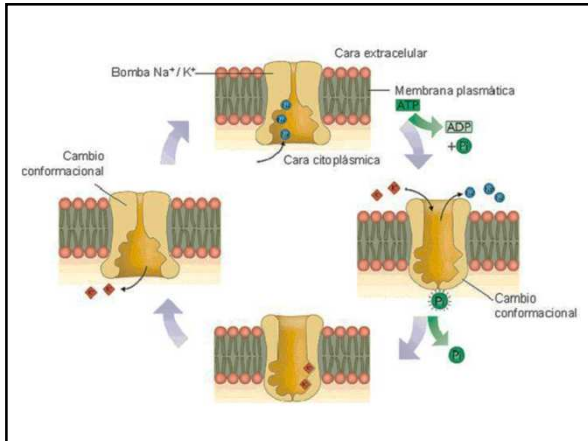
	Poros	Canales	Transportadores
Ejemplo	Acuaporinas (AQP1)	Canal de K ⁺	Transportador de glucosa (GLUT1)
Conducto a través de la membrana	Siempre abierto	Abierto intermit.	Nunca abierto
Evento unitario	Ninguno (siempre abierto)	Apertura	Ciclo de cambios conformacionales
Partículas translocadas por "evento"	-	6.10 ⁴	1 a 5
Partículas translocadas por segundo	Hasta 2.10 ⁹	10 ⁶ a 10 ⁸ cuando está abierto	Entre 2.10 ² y 5.10 ⁴

¿Qué es el transporte activo primario?

El **transporte activo primario** es un proceso que puede transferir **en contra de un gradiente** a un soluto a través de una membrana, tomando energía de la hidrólisis de ATP.

Este sistema de transporte activo primario recibe el nombre de **bomba**.

El más relevante es la **bomba de Na⁺K⁺ ATPasa**



La **bomba Na^+K^+** es responsable de:

- Concentración intracelular de Na^+ baja
- Concentración intracelular de K^+ alta.

En la mayoría de las células epiteliales, la bomba Na^+K^+ se limita a la parte **basolateral** de la célula.

Es una esta bomba **electrogénica**.

¿Hay otras bombas además de la bomba Na^+K^+ ATPasa?

Bomba H^+K^+ :

En las células parietales del **epitelio gástrico** bombea H^+ a través de la **cara apical** de las células hacia el lumen del estómago.

Probablemente en la siguiente proporción: por cada dos iones H^+ se movilizan dos iones K^+ y se hidroliza una molécula de ATP.

Esta bomba no es electrogénica.

Bombas de Ca⁺⁺:

PMCA (por "*plasma membrane Ca²⁺-ATPase*")

Estas bombas intercambiar un H⁺ para una Ca⁺⁺ por cada molécula de ATP que se hidroliza.

SERCAs (por "*sarcoplasmic and endoplasmic reticulum calcium ATPase*")

Otros tipos de bombas:

Entre las otras ATPasas se encuentra la bomba denominada **ATP7B** que es una bomba de **cobre**.

Este miembro de ATPasas está mutado en la **enfermedad de Wilson**

**¿Qué es el
transporte
activo
secundario?**

En el **transporte activo secundario**, la fuerza impulsora es proporcionada por el acoplamiento de:

- movimiento en contra de su gradiente del soluto "x" (con **ΔG positivo**),
- con el movimiento a favor del gradiente (**ΔG negativo**, y en valor absoluto mayor que el ΔG positivo de la movilización del soluto "x")

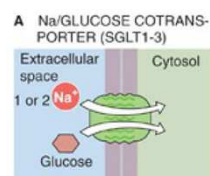
Las dos clases principales de **transportadores activos secundarios** son:

- Co-transportadores (**simporters**)
- intercambiadores (**antiporters**)

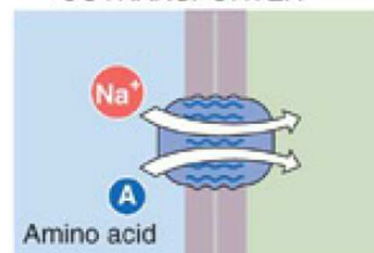
¿Qué son los
Co-transportadores
o
simporters?

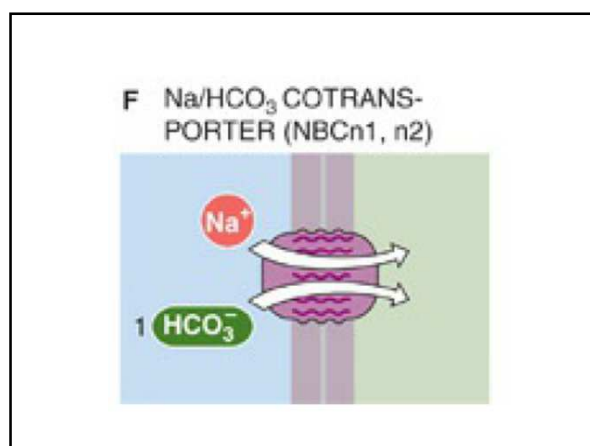
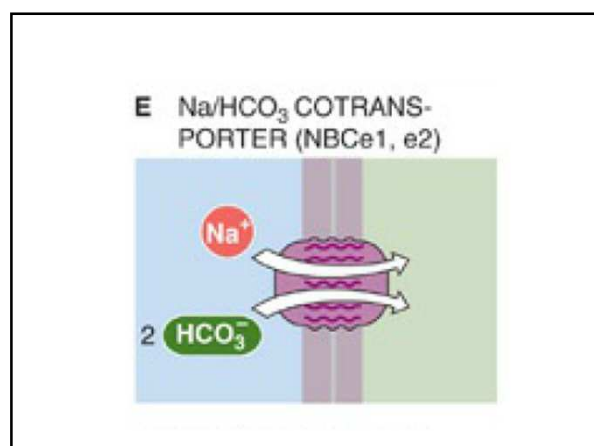
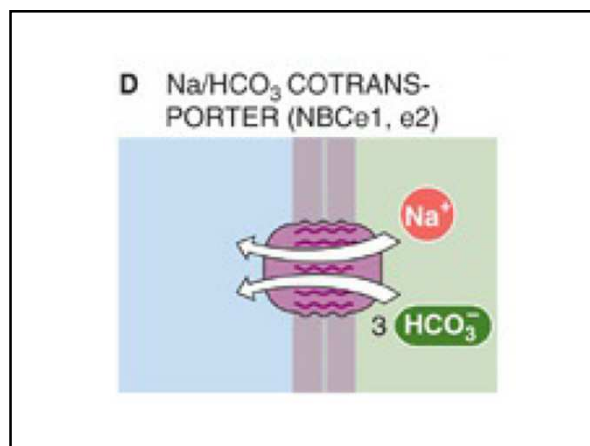
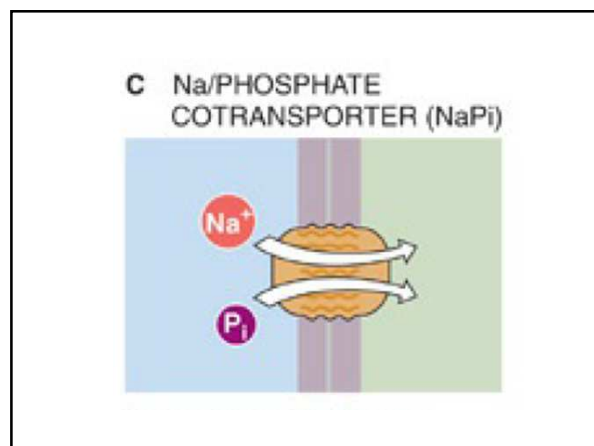
**Cotransportador
Na⁺ glucosa:**

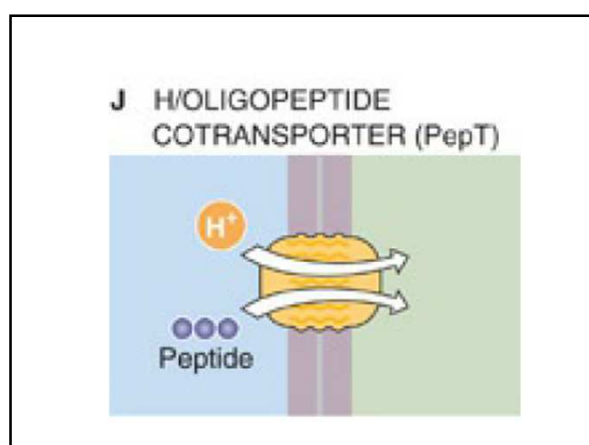
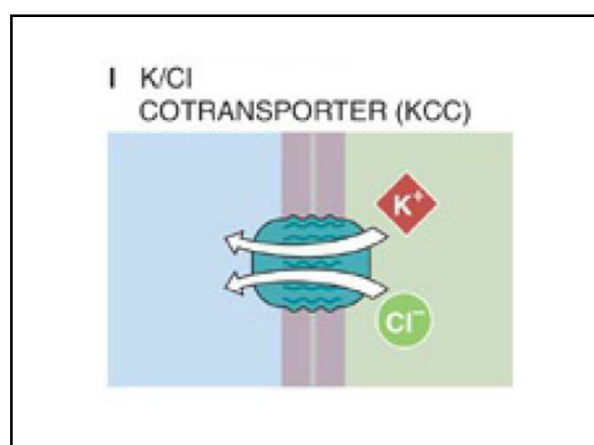
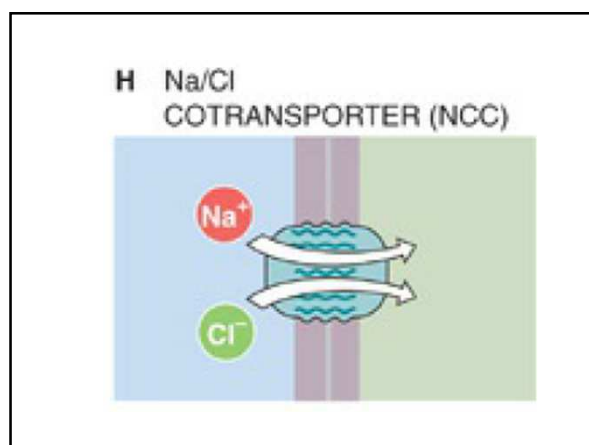
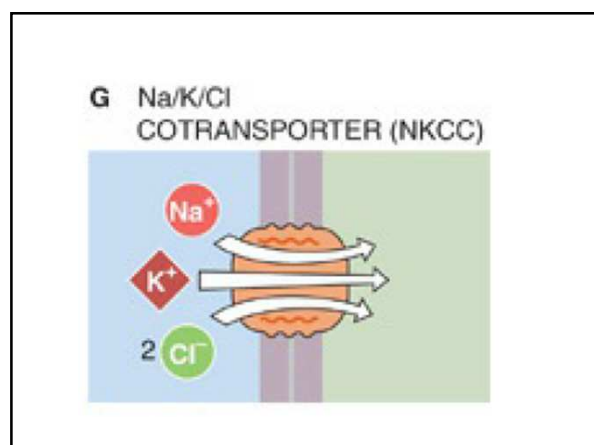
Este cotrasportador, consignado con las siglas **SGLT**, se encuentra en la membrana **apical** de las células que revisten el túbulo proximal de los riñones y el intestino delgado.

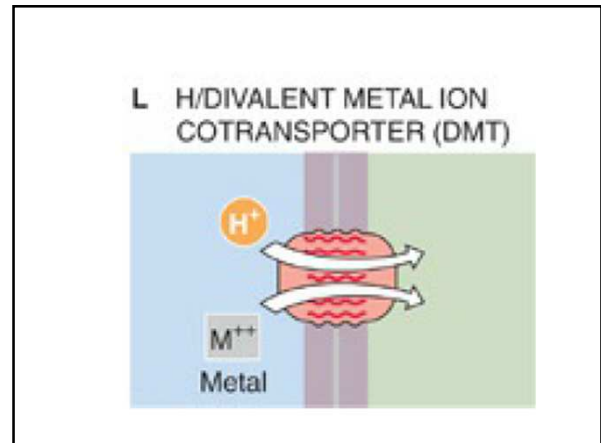
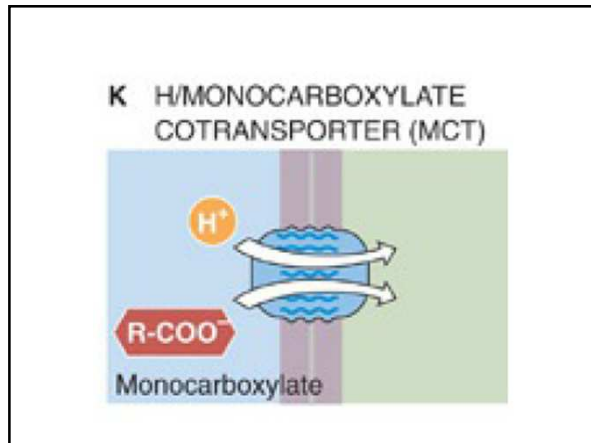


B Na/AMINO ACID COTRANS-PORTER









¿Qué son los
intercambiadores
o
antiporters?

Los **intercambiadores** son proteínas de membrana intrínsecas que pueden mover uno o más solutos en una dirección en contra de su gradiente electroquímico (**ΔG positivo**), y uno o más solutos a favor de su gradiente (**ΔG negativo**), pero **en direcciones opuestas**.

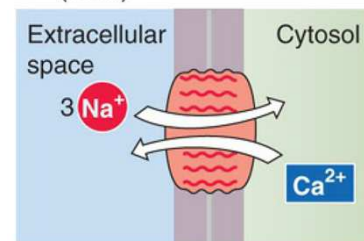
En general, estos transportadores

- intercambian de **cationes** por **cationes**
- o intercambian **aniones** por **aniones**.

Intercambiador (antiport) de Na^+ Ca^{2+} :

Llamados **NCX**, pertenecen a la familia SLC8.

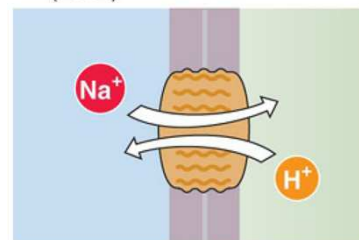
Lo más probable es que funcionen intercambiando de tres iones Na^+ por cada ion Ca^{2+} , por lo tanto **NCX** es **electrogénico** y mueve carga neta positiva en la misma dirección del Na^+ .

A Na-Ca EXCHANGER (NCX)**Intercambiador (antiport) de Na^+ H^+ :**

Los intercambiadores de Na^+H^+ (**NHE**), presentan estequiometría 1: 1 de intercambio de Na^+ extracelular contra H^+ intracelular, por lo tanto **no son electrogénico**.

NHE1: células no epiteliales y en **basolateral** de las epiteliales, importante en la regulación del pH.

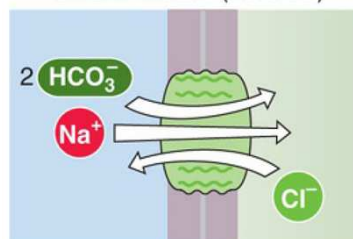
NHE3: **apicales** de varios epitelios, importante en la secreción de ácido o la absorción de Na^+ .

B Na-H EXCHANGER (NHE)

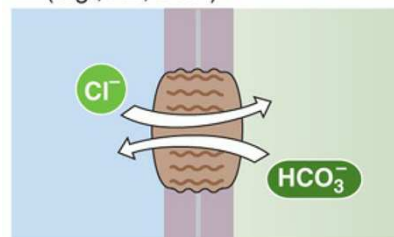
Antiport $\text{Na}^+/\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$:

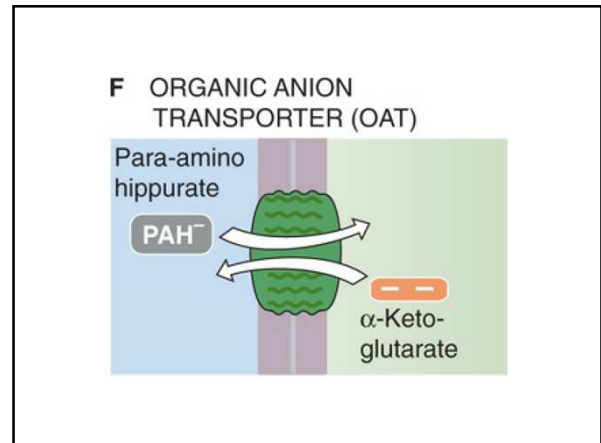
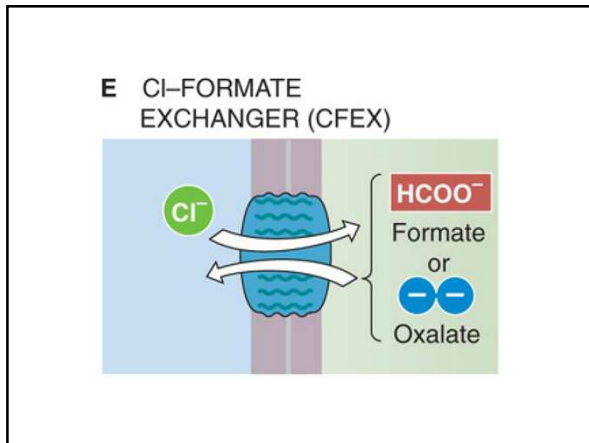
importante en la regulación del pH intracelular es el antiport **NDCBE** (*Na⁺-driven Cl⁻-HCO₃⁻ exchanger*), **no es electrogénico** porque se mueve en la dirección opuesta un Cl^- .

Debido al ingreso de HCO_3^- , NDCBE ayuda a mantener un pH intracelular relativamente alcalino.

C Na-DRIVEN $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ EXCHANGER (NDCBE)**Antiport $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$:**

- Regulación ácido-base
- Pueden ser miembros de cualquiera de las familias **SLC4** o **SLC26**.
- Todas las células en el cuerpo expresan uno de los tres antiports **electroneutros** SLC4 de $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$, también conocidos como intercambiadores de aniones **AE1**, **AE2** y **AE3** (AE viene de *anion exchangers*).

D $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ EXCHANGER (e.g., AE, DRA)



Cuadro Sinóptico

- ❖ **a- TRANSPORTE PASIVO**
 - Difusion simple
 - Difusion facilitada
 - Poros
 - Canales
 - Transportadores
 - Unicos (uniport)
 - Acoplados (Transporte Activo Secundario)
 - ✓ Simport
 - ✓ antiport

- ❖ **b- TRANSPORTE ACTIVO PRIMARIO (Bombas)**

Fin