

TEMA II

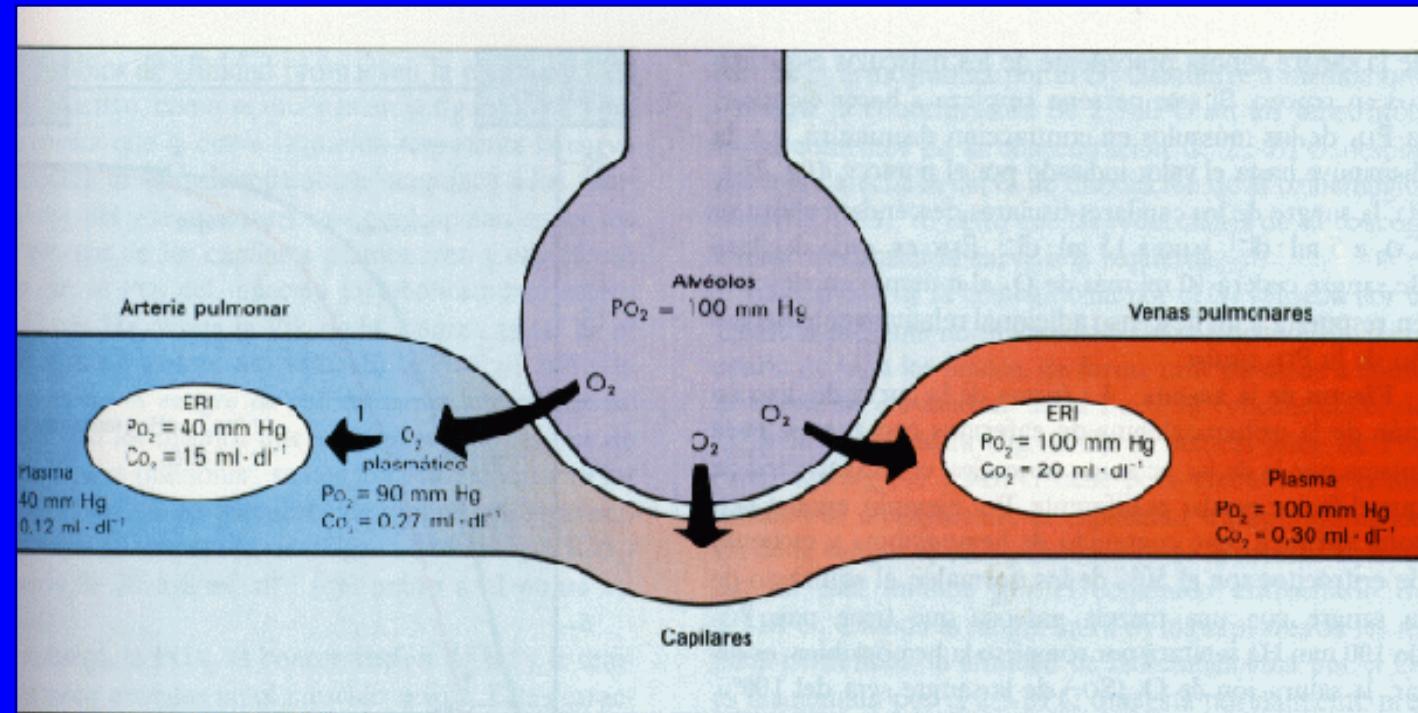
Objetivos:

Volumen de la célula, equilibrio hidrostático.

Contenido

SISTEMAS DE MEMBRANA. Transporte a través de membrana.
Transporte Pasivo: Osmosis y Difusión. **Transporte Activo Primario y Secundario.** Equilibrios iónicos. Potenciales de membrana. Bases iónicas de la conducción nerviosa. Papel de la ATPasa $\text{Na}^+ \text{K}^+$.

COMPARTIMENTOS Y PERMEABILIDAD DE MEMBRANAS

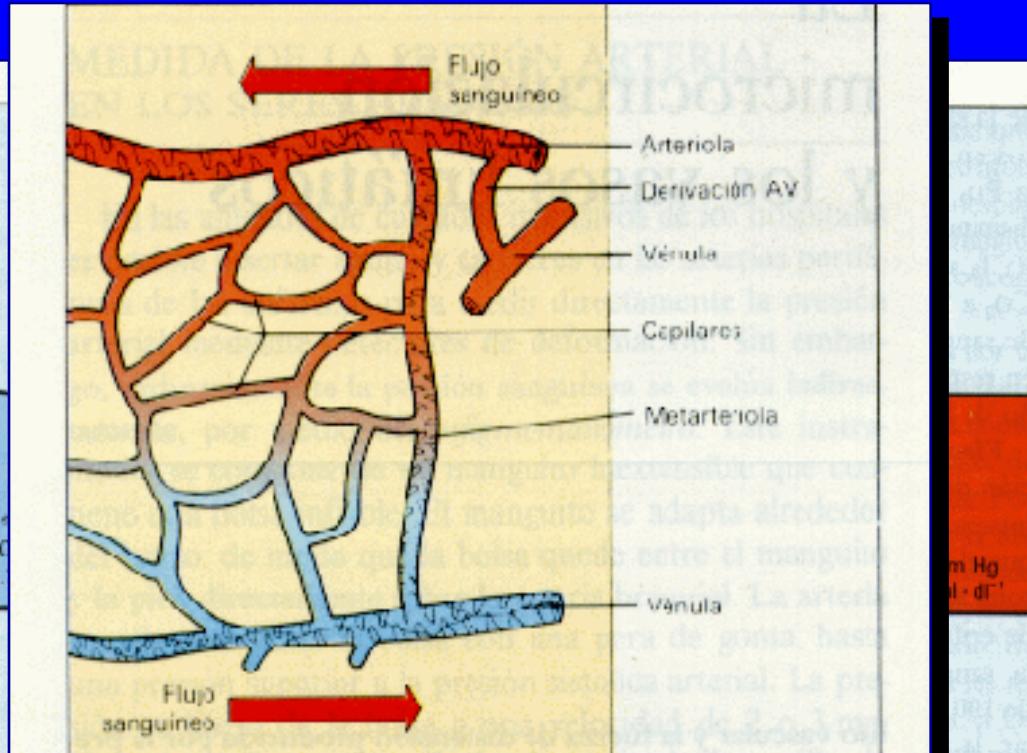


DIFUSIÓN ALVÉOLO-CAPILAR

- GRADIENTES DE PRESIÓN DE GASES
- GRADIENTES DE PRESIÓN HIDROSTÁTICA

plasma y sangre
monar y después
de sangre entera

COMPARTIMENTOS Y PERMEABILIDAD DE MEMBRANAS

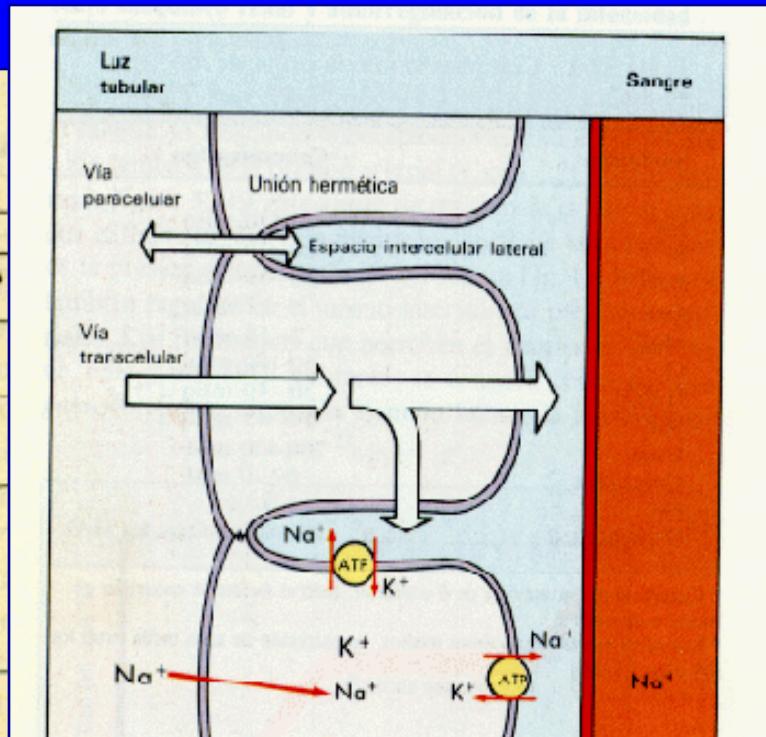
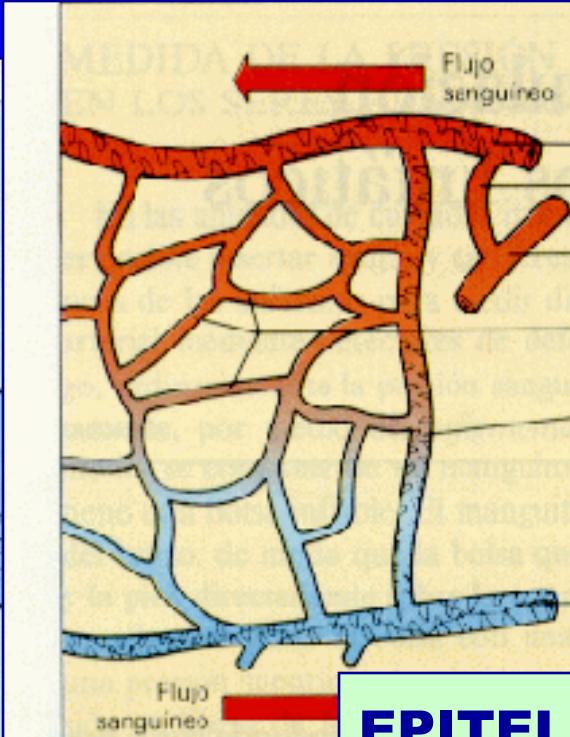
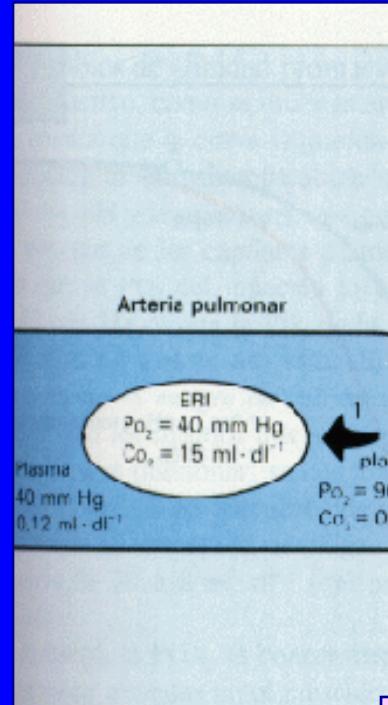


DIFUSIÓN ALIMENTARIA

- GRADIENTES DE PRESIÓN DE GASES
- GRADIENTES DE PRESIÓN HIDROSTÁTICA
- GRADIENTES DE CONCENTRACIÓN

INTERCAMBIO INTERSTICIO-CAPILAR

COMPARTIMENTOS Y PERMEABILIDAD DE MEMBRANAS



DIFUSIÓN ALIMENTARIA

- GRADIENTES DE PRESIÓN
- GRADIENTES HIDROSTÁTICOS
- GRADIENTES DE CONCENTRACIÓN

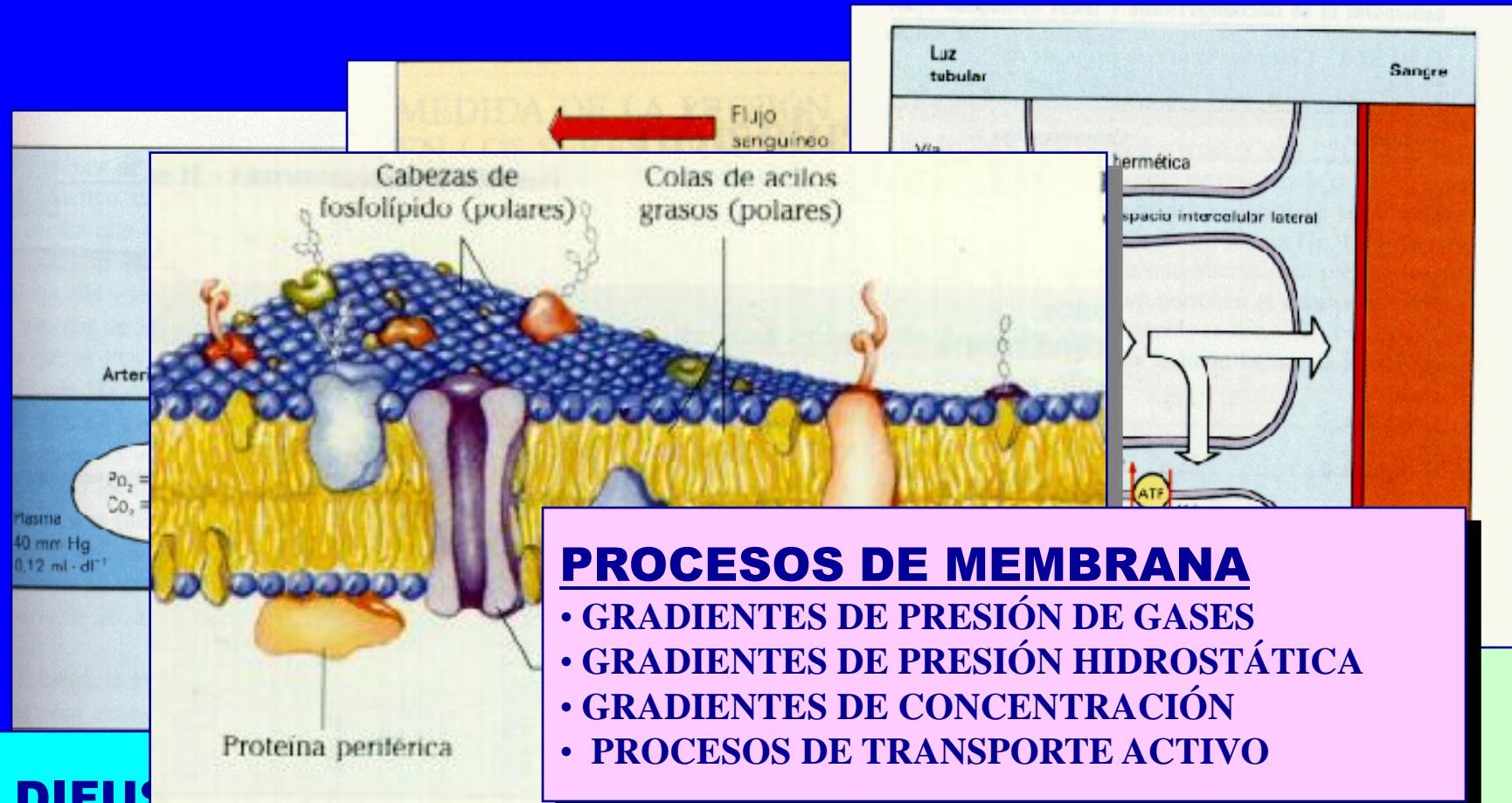
INTERCAMBIO DE MATERIALES

- GRADIENTES DE PRESIÓN
- GRADIENTES HIDROSTÁTICOS
- GRADIENTES DE CONCENTRACIÓN
- GRADIENTES DE PERMEABILIDAD

EPITELIO ESPECIALIZADO

- GRADIENTES DE PRESIÓN DE GASES
- GRADIENTES DE PRESIÓN HIDROSTÁTICA
- GRADIENTES DE CONCENTRACIÓN
- PROCESOS DE TRANSPORTE ACTIVO

COMPARTIMENTOS Y PERMEABILIDAD DE MEMBRANAS



PROCESOS DE MEMBRANA

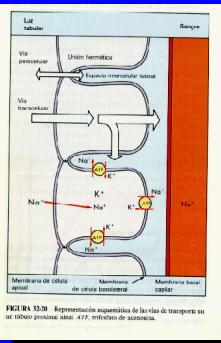
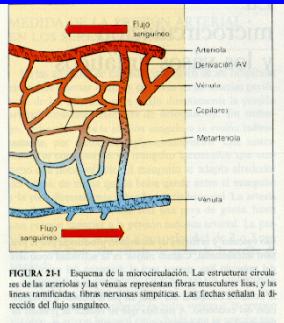
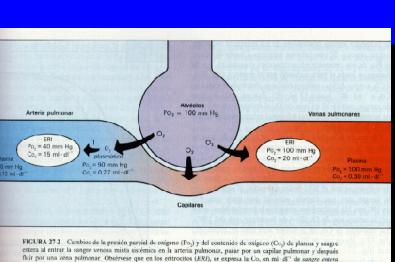
- GRADIENTES DE PRESIÓN DE GASES
- GRADIENTES DE PRESIÓN HIDROSTÁTICA
- GRADIENTES DE CONCENTRACIÓN
- PROCESOS DE TRANSPORTE ACTIVO

DIFUSIÓN

- GRADIENTES DE CONCENTRACIÓN
- GRADIENTES HIDROSTÁTICOS
- GRADIENTES DE PRESIÓN DE GASES
- GRADIENTES DE PRESIÓN HIDROSTÁTICA

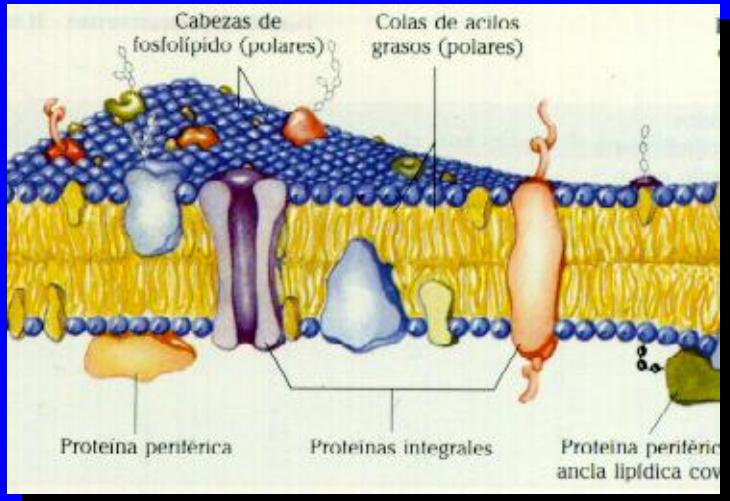
TRANSPORTE A TRAVÉS DE MEMBRANAS

MEDIO DE TRANSPORTE



MEMBRANAS TISULARES

FINAS CAPAS DE TEJIDO A TRAVÉS DE LAS CUALES TIENE LUGAR EL DESPLAZAMIENTO DE LÍQUIDOS, GASES Y SÓLUTOS



MEMBRANAS CELULARES

BICAPA LIPÍDICA CON PROTEÍNAS, QUE SE COMPORTA COMO UN MOSÁICO FLUIDO, DIFUSIBLE Y SELECTIVA.

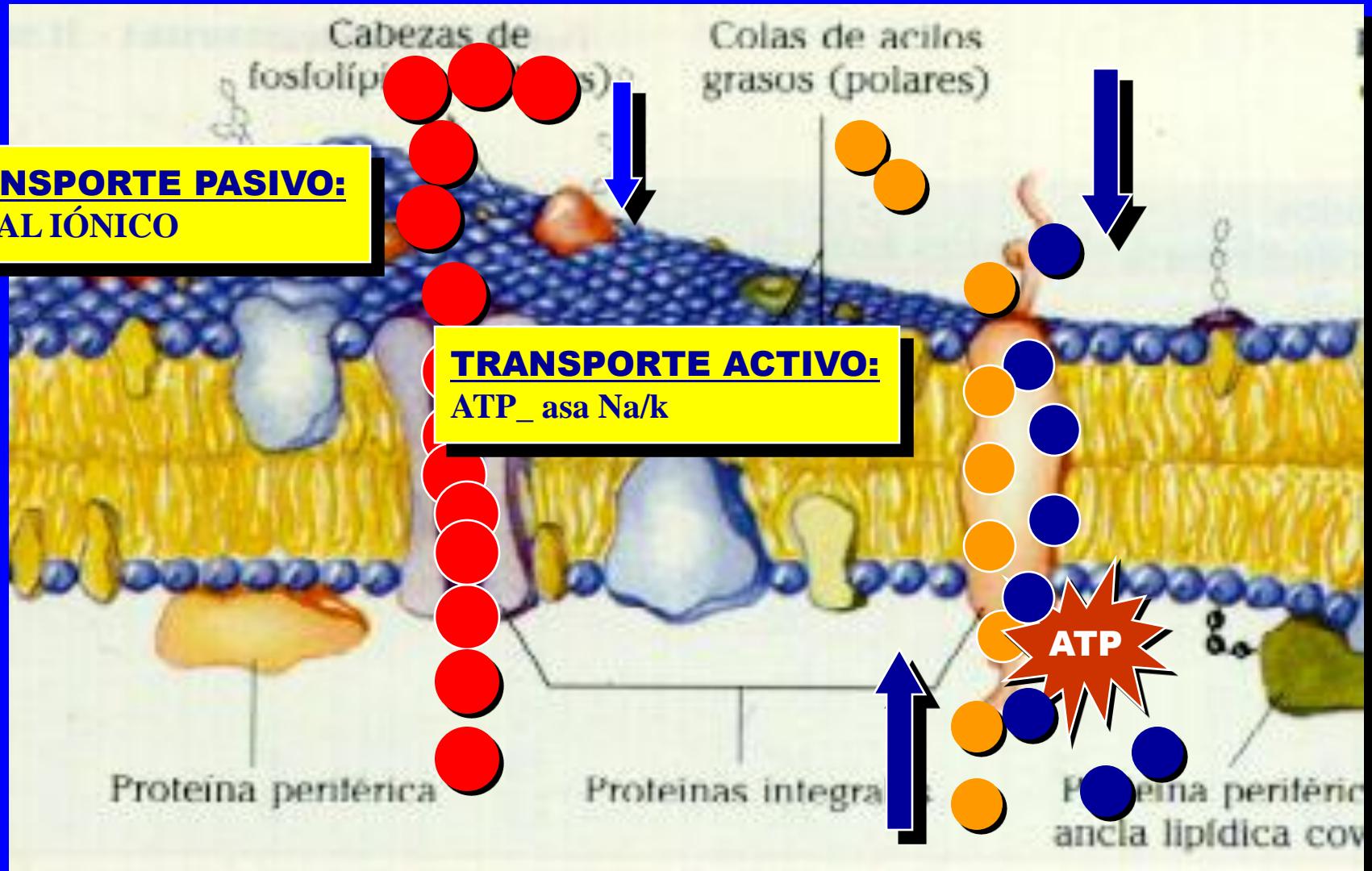
TRANSPORTE SEGÚN EL TIPO DE SUSTANCIA



TRANSPORTE DE SUSTANCIAS LIPOSOLUBLES:

TIENE LUGAR MEDIANTE SOLUBILIZACIÓN EN LA MEMBRANA, SIGUIENDO EL GRADIENTE DE CONCENTRACIÓN

TRANSPORTE DE SUSTANCIAS HIDRÓFILAS



ENTRADA/SALIDA SIN ATRAVESAR LA MEMBRANA

ENDOCITOSIS

- FAGOCITOSIS
- PINOCITOSIS
- ENDOCITOSIS MEDIADA POR RECEPTOR

EXOCITOSIS

MECANISMOS DE PASO DE SOLUTOS Y FLUIDOS ENTRE COMPARTIMENTOS

**PASO DE PARTÍCULAS
DE
DISOLVENTE**



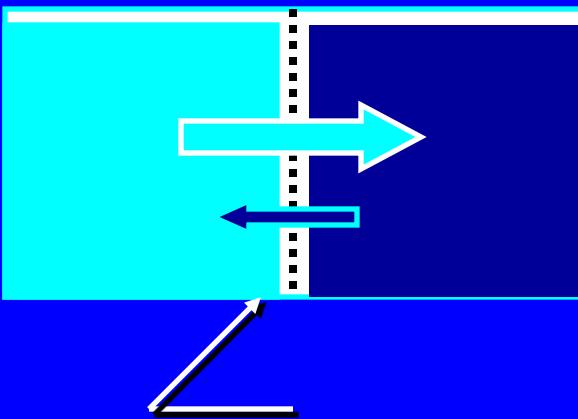
ÓSMOSIS

**PASO DE PARTÍCULAS
DE
SOLUTO**



- **DIFUSIÓN**
- **ARRASTRE**
- **TRANSPORTE ACTIVO**

ÓSMOSIS



MEMBRANA SEMIPERMEABLE

ES LA QUE PERMITE EL
PASO DE MOLÉCULAS DE

LA CONCENTRACIÓN SE MIDE
EN:

Osm / Kg

mOsm / Kg

- LA ENERGÍA CINÉTICA DE LAS PARTÍCULAS DE DISOLVENTE PURO ES MAYOR QUE LA DE LAS QUE SE ENCUENTRAN EN PRESENCIA DEL SOLUTO.
- EL EFECTO ES QUE SE PRODUCE UN PASO NETO DE DISOLVENTE PURO AL OTRO COMPARTIMENTO.
- DEPENDE DEL TIPO DE MEMBRANA Y DEL N° DE PARTÍCULAS DE SOLUTO.
- ESPECIAL ATENCIÓN A LOS SOLUTOS IÓNICOS.

GEN

$$m\text{Osm} / \text{Kg} = \frac{\text{mg/PM}}{\text{Kg}} \cdot i$$

ÓSMOSIS SEGÚN EL TIPO DE SOLUTO

SOLUTOS NO DISOCIAZABLES



SE INTRODUCE

EN 1 Kg DE AGUA

$i = \text{FACTOR DE VAN'T HOFF}$

PROPORCIÓN ENTRE EL N° DE PAR-TÍCULAS PRESENTES EN LA DISOLUCIÓN Y EL N° DE PARTÍCULAS REALES APORTADAS

CONCENTRACIÓN REAL:

$$mm = \frac{540/180}{1}$$

$$= 3 \text{ mM/Kg}$$

CONCENTRACIÓN APARENTE:

$$mOsm = \frac{3}{Kg} \cdot i = 3 \cdot 1 = 3 \text{ mOsm/kg}$$

ÓSMOSIS SEGÚN EL TIPO DE SOLUTO (2)

SOLU-

SON AQUELLOS QUE EN DISOLUCIÓN SE SEPARAN EN SUS ESPECIES IÓNICAS:

$\text{Cl Na} \Leftrightarrow \text{Cl}^- + \text{Na}^+$	2	partículas
$\text{Cl K} \Leftrightarrow \text{Cl}^- + \text{K}^+$	2	"
$\text{Cl}_2 \text{Ca} \cdot 6 \text{H}_2\text{O} \Leftrightarrow 2 \text{Cl}^- + \text{Ca}^+$	3	"
$\text{CO}_3 \text{H Na} \Leftrightarrow \text{CO}_3 \text{H}^- + \text{Na}^+$	2	"
$\text{Lactato-Na} \Leftrightarrow \text{Lactato}^- + \text{Na}^+$	2	"
$\text{Citrato-Na}_3 \Leftrightarrow \text{Citrato}^- + 3 \text{Na}^+$	4	"

CONCENTRACIÓN

CONCENTRACIÓN

DIFUSIÓN SIMPLE

DESPLAZAMIENTO NETO DE MOLÉCULAS A TRAVÉS DE UNA MEMBRANA PERMEABLE, DE ACUERDO CON EL GRADIENTE DE CONCENTRACIÓN

FLUJO DE DIFUSIÓN (Ley de Fick):

$$\dot{V} = D \cdot S \cdot \frac{dc}{dx}$$

V: FLUJO O TASA DE DIFUSIÓN

D: COEFICIENTE DE DIFUSIÓN

S: SUPERFICIE DE LA MEMBRANA

dc: GRADIENTE DE CONCENTRACIÓN

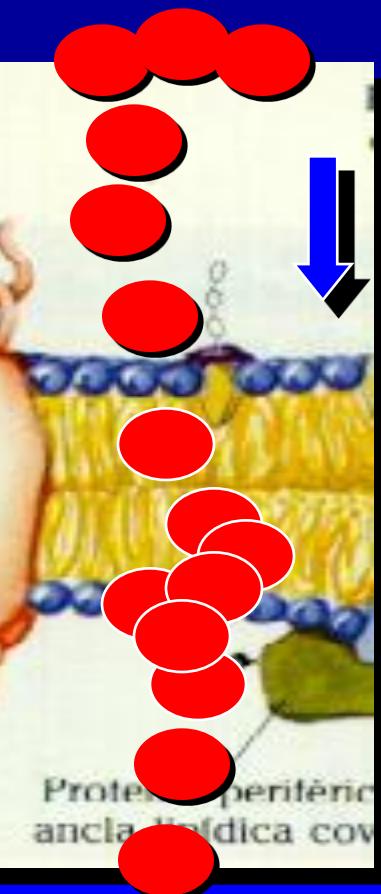
dx: ESPESOR DE LA MEMBRANA

PERMEABILIDAD:
 $P = D/dx$

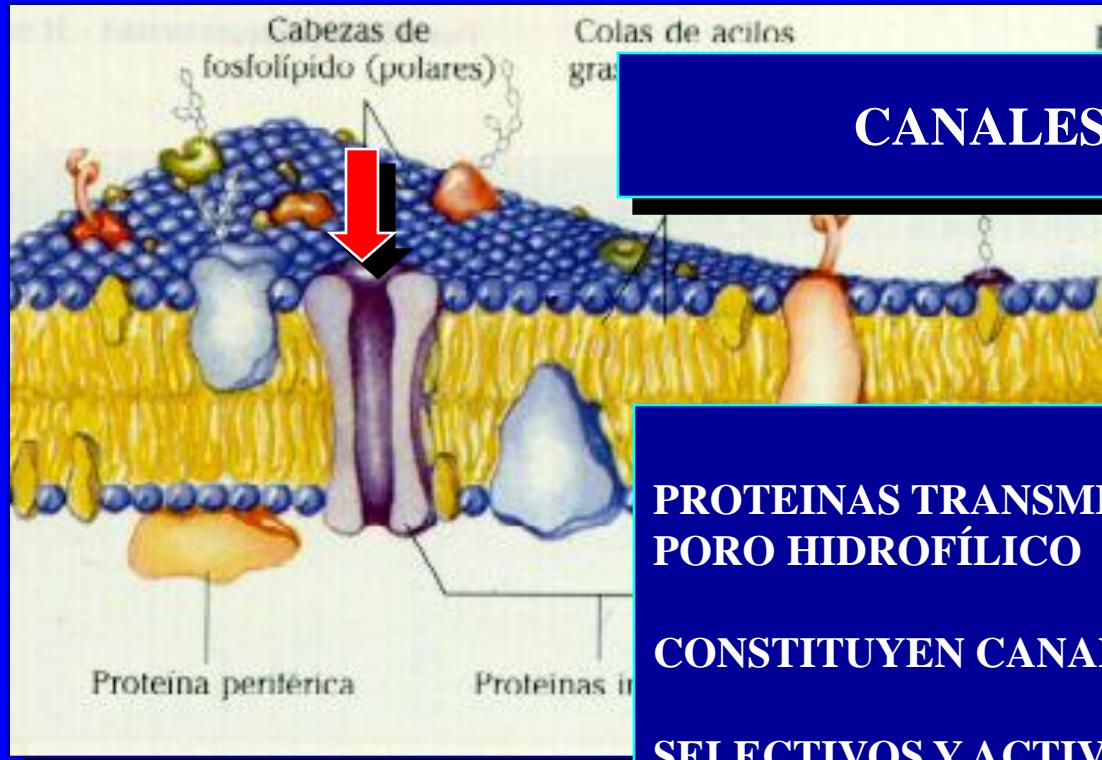
$$\dot{V} = P \cdot S \cdot dc$$

Proteínas integrales

Proteína periférica



INTERVENCIÓN DE SISTEMAS PROTEICOS PARA EL TRANSPORTE A TRAVÉS DE MEMBRANA



CANALES PROTÉICOS:

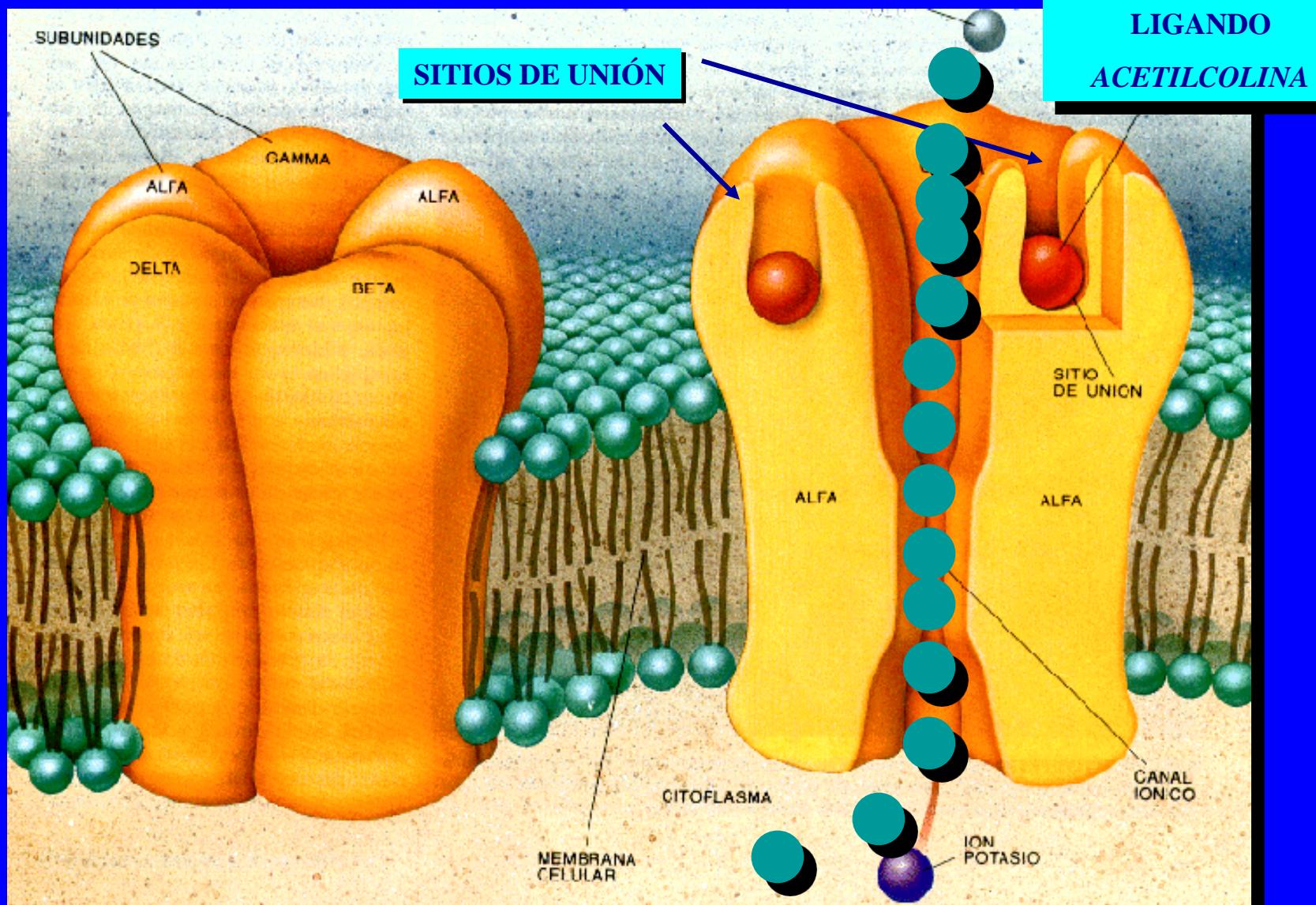
PROTEINAS TRANSMEMBRANA CON UN ÚNICO
PORO HIDROFÍLICO

CONSTITUYEN CANALES IÓNICOS

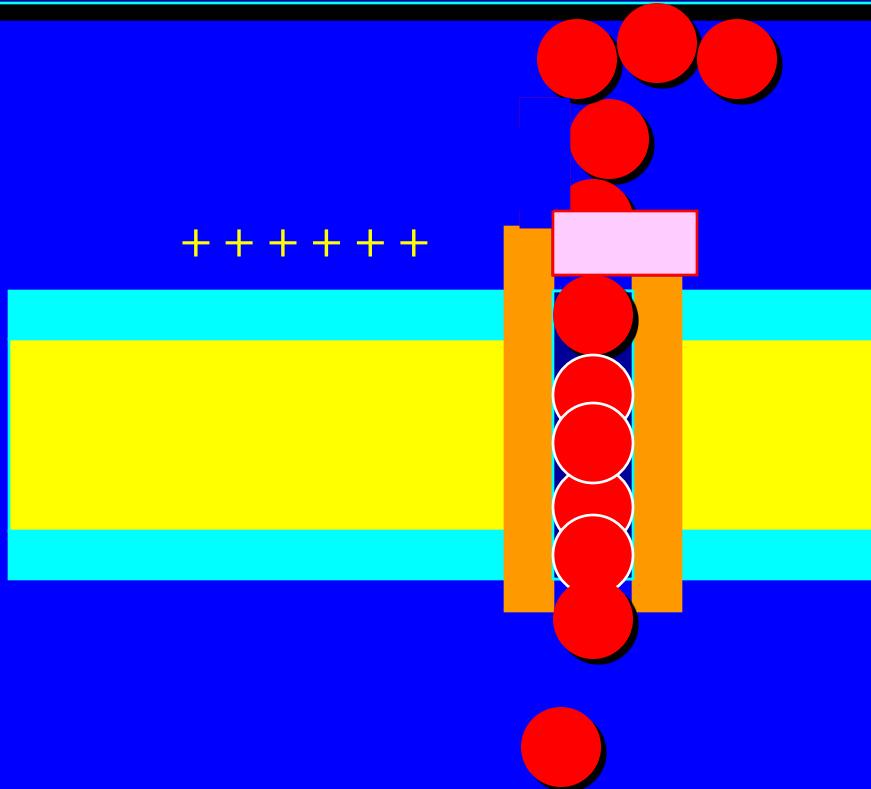
SELECTIVOS Y ACTIVABLES (POTENCIAL O LIGANDO)

SON EN OCASIONES MODULABLES

ACTIVACIÓN DE CANALES POR LIGANDO



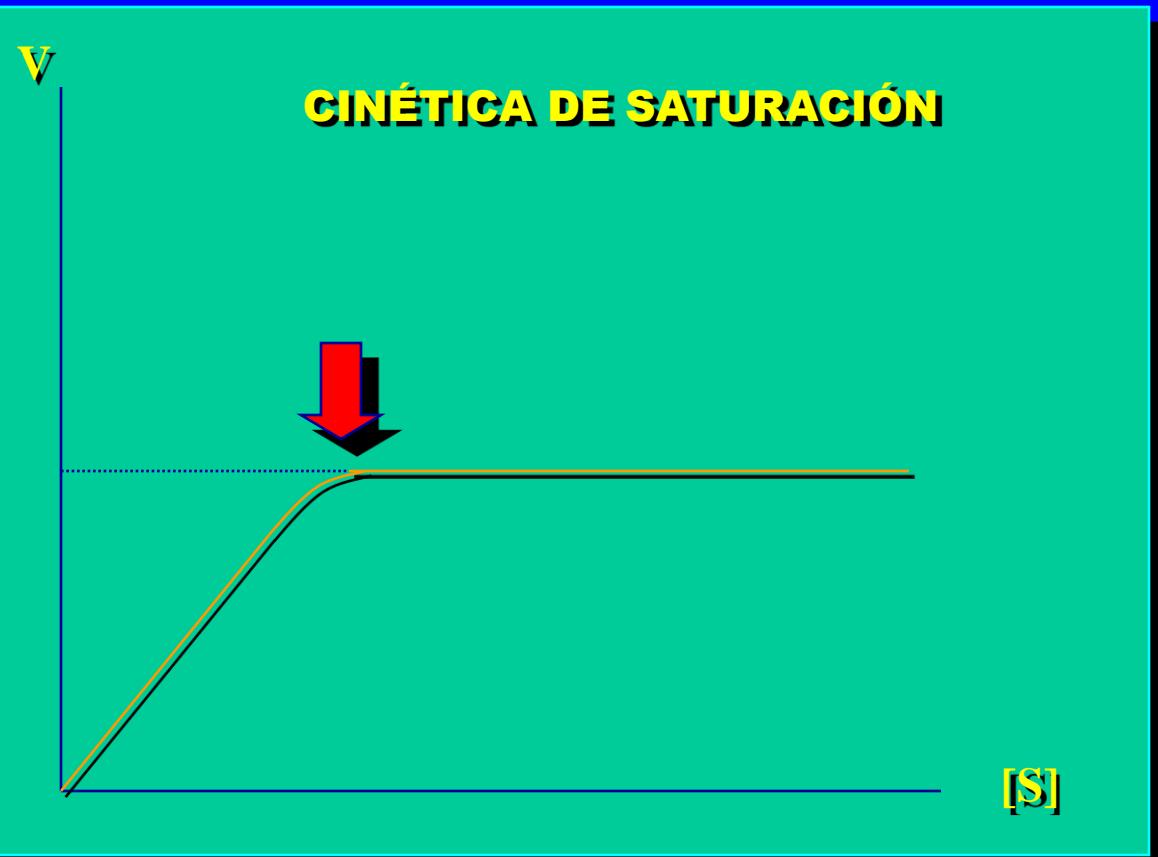
ACTIVACIÓN DE CANALES DEPENDIENTES DE POTENCIAL ELÉCTRICO



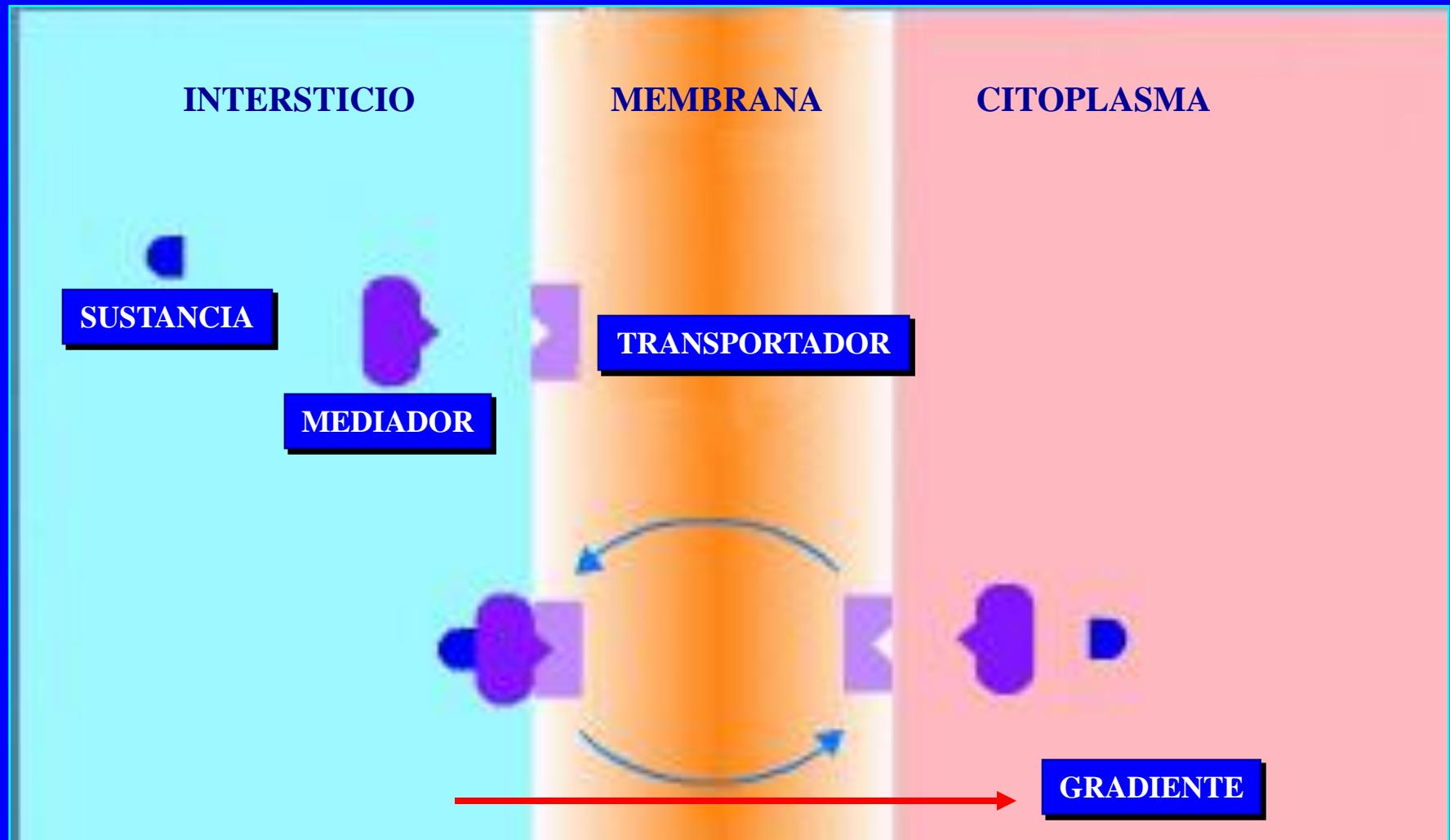
UNA MODIFICACIÓN DEL POTENCIAL ELÉCTRICO DE LA MEMBRANA PRODUCE UN CAMBIO EN LA CONFORMACIÓN DE LA PROTEINA QUE DETERMINA LA APERTURA DEL CANAL DURANTE UN PERIODO DE TIEMPO, LO QUE PERMITE UN FLUJO DE IONES SEGUN EL GRADIENTE DE CONCENTRACIÓN

TRANSPORTE

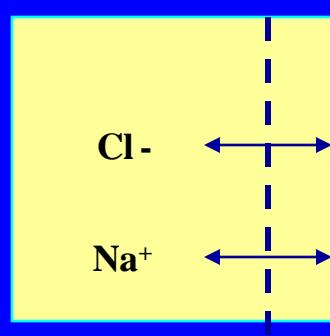
- TRANSPORTE PASIVO PRODUCE A UNA VELOCIDAD DETERMINADA POR LAS LEYES DE FÍSICA.
- UTILIZA PROTEINAS PORTADORAS EN LA MEMBRANA QUE SE SIRVEN PARA PERMITIR EL PASE DE SUSTANCIAS.
- LA SUSTANCIA A TRANSPORTAR SE une A SITIOS ESTÉTICOS DE LA PROTEINA.
- MUESTRAN UNA CINÉTICA DE SATURACIÓN
- SON INHIBIBLES



ESQUEMA DE TRANSPORTE FACILITADO

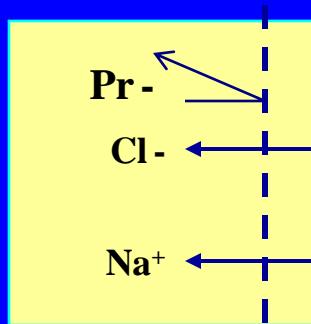


EQUILIBRIOS DE MEMBRANA CON IONES DIFUSIBLES Y NO DIFUSIBLES



MEMBRANA

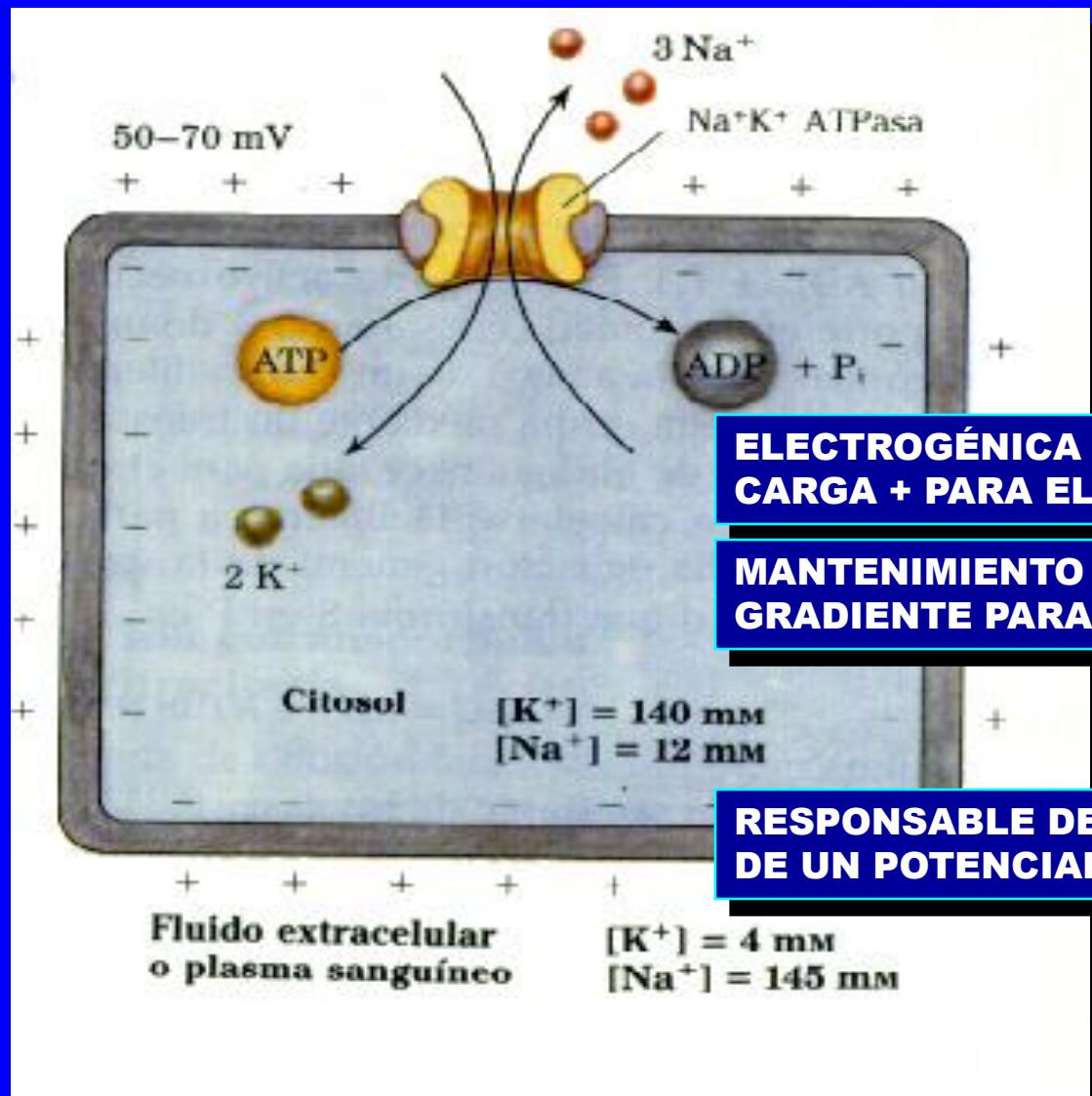
- LA SUMA DE CATIONES Y ANIONES ES IGUAL EN CADA UNO DE LOS COMPARTIMENTOS
- EL PRODUCTO ANIÓN x CATIÓN DIFUSIBLE ES IGUAL EN LOS DOS LADOS DE LA MEMBRANA
- LA SUMA DE IONES DIFUSIBLES DE SIGNO CONTRARIO AL DEL IÓN NO DIFUSIBLE, ES MAYOR EN EL COMPARTIMENTO DEL COLOIDE
- LA SUMA TOTAL DE IONES ES MAYOR EN EL COMPARTIMENTO COLOIDAL
- ESTE EQUILIBRIO ES CAUSA DE LA PRESIÓN ONCÓTICA
- ES CAUSA DE LA APARICIÓN DE POTENCIALES ELÉCTRICOS



TRANSPORTE ACTIVO

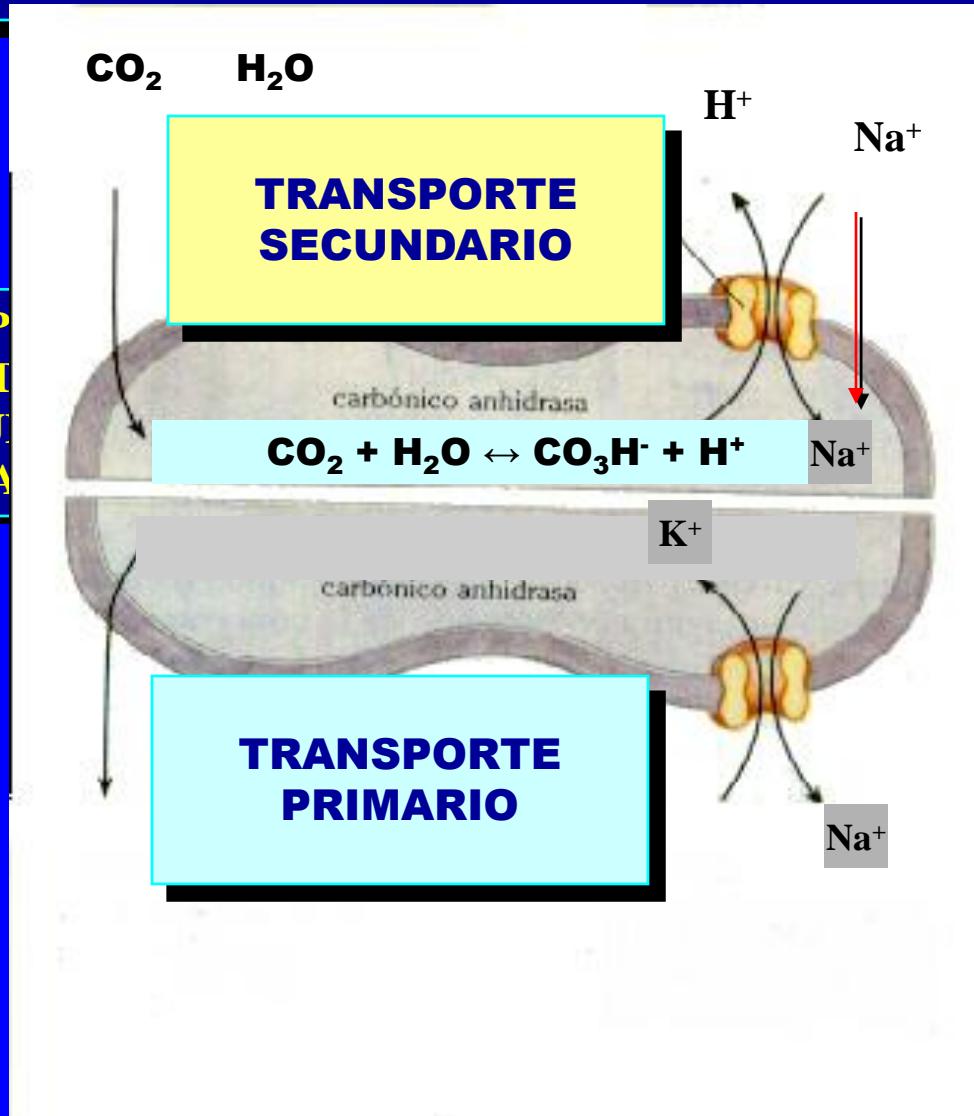
- SE PRODUCE EN CONTRA DEL GRADIENTE
- UTILIZA PROTEINAS DE TRANSPORTE ESPECÍFICAS DE LA MEMBRANA QUE SE SIRVEN DE LA ENERGÍA PROCEDENTE DE LA HIDRÓLISIS DE ATP
- LA SUSTANCIA A TRANSPORTAR SE UNE A SITIOS ESPECÍFICOS DE LA PROTEINA.
- MUESTRAN UNA CINÉTICA DE SATURACIÓN
- SON INHIBIBLES
- PUEDE SER PRIMARIO O SECUNDARIO

TRANSPORTE ACTIVO PRIMARIO (ATPasa Na⁺K⁺)



TRANSPORTE ACTIVO SECUNDARIO

ES EL QUE SE PAGA CON UN GASTO DIRECTO DE SUSTANCIA QUÍMICA PARA TRANSPORTAR A



POTENCIALES DE MEMBRANA

EN EL EQUILIBRIO ELECTROQUÍMICO:

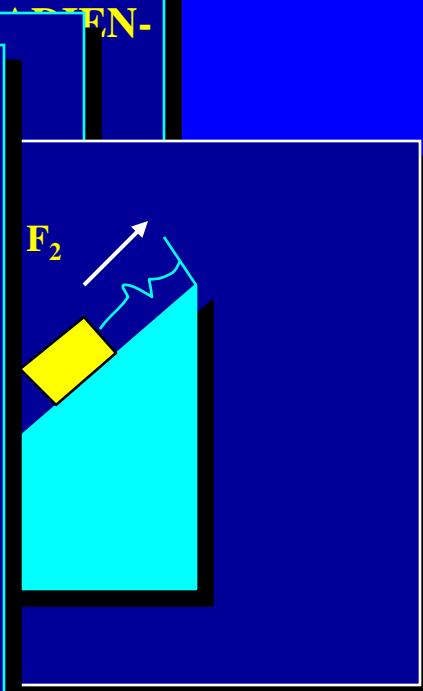
$$RT \cdot \ln C_1 / C_2 = -z \cdot E \cdot F$$
$$E = - (RT/zF) \cdot \ln C_1 / C_2$$

DONDE **E** REPRESENTA EL VALOR DEL POTENCIAL ELÉCTRICO EN EL EQUILIBRIO.

EL REPARTO DESIGUAL DE UN MISMO IÓN, A AMBOS LADOS DE UNA MEMBRANA, GENERA UNA DIFERENCIA DE POTENCIAL

EL EQUILIBRIO ELECTROQUÍMICO SE ALCANZA CUANDO AL GRADIENTE DE CONCENTRACIÓN SE OPONE UN GRADIENTE ELÉCTRICO DE IGUAL VALOR

EL POTENCIAL ELÉCTRICO AL CUAL SE LOGRA EL EQUILIBRIO ELECTROQUÍMICO, PARA UN IÓN, SE DENOMINA POTENCIAL DE EQUILIBRIO DE DICHO IÓN



POTENCIALES DE EQUILIBRIO

	INTRA	EXTRA	Ci/Ce	log(Ci/Ce)	Potencial E
SODIO	14	140	0,1	-1	61
POTASIO	140	4	35	1,54	-94
CLORO	4	103	25,75	1,41	-86
CALCIO	0,0001	2,4	4,16 10 ⁻⁵	-4,38	134
BICARBONATO	10	28	2,8	0,44	-27
MAGNESIO	58	1,2	48,33	1,68	-51

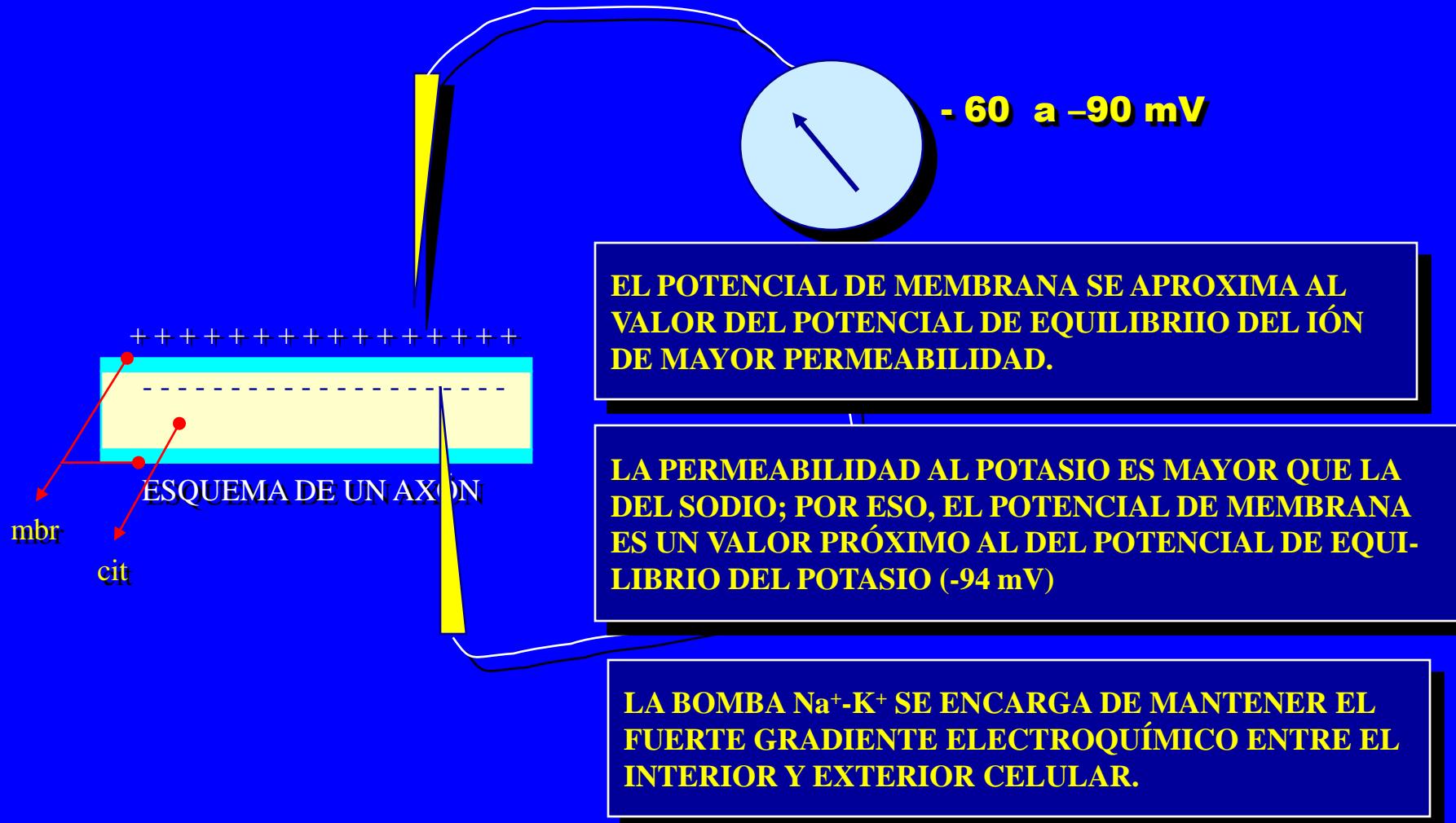
POTENCIAL DE MEMBRANA EN LA CÉLULA

- EN EL CASO DE LA MEMBRANA CELULAR, LOS IONES DETERMINANTES SON Cl^- , Na^+ y K^+
- LA MEMBRANA MANIFIESTA UNA PERMEABILIDAD DISTINTA PARA ESTOS IONES
- LA EXPRESIÓN QUE SE AJUSTA AL COMPORTAMIENTO ELÉCTRICO DE LA MEMBRANA CELULAR ES LA DE GOLDMAN.

$$E_m = \frac{RT}{F} \cdot \ln \left(\frac{P_{\text{Na}} \cdot \text{Na}^+_{\text{ex}} + P_K \cdot K^+_{\text{ex}} + P_{\text{Cl}} \cdot Cl^-_{\text{in}}}{P_{\text{Na}} \cdot \text{Na}^+_{\text{in}} + P_K \cdot K^+_{\text{in}} + P_{\text{Cl}} \cdot Cl^-_{\text{ex}}} \right)$$

POTENCIAL DE MEMBRANA

CARACTERÍSTICAS DEL POTENCIAL DE MEMBRANA



EXCITACIÓN DE LA MEMBRANA

LA APLICACIÓN DE DETERMINADOS ESTÍMULOS PROVOCA CAMBIOS EN LA POLARIDAD DE CIERTAS MEMBRANAS

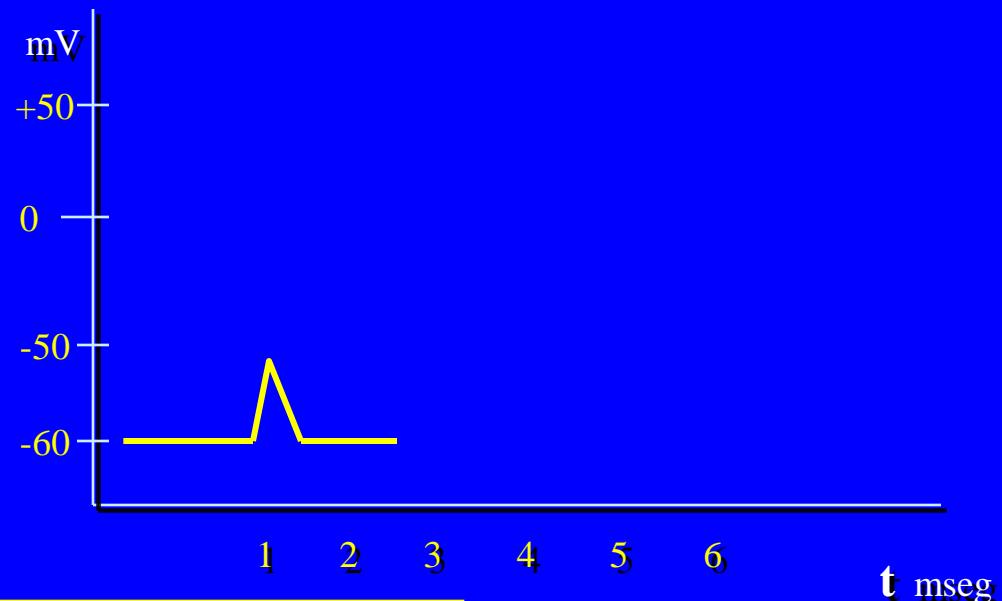
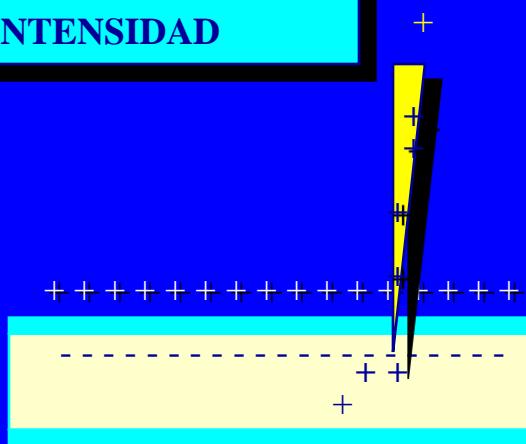
TIPOS DE EXCITACIÓN:

- * QUÍMICA
- * MECÁNICA
- * ELÉCTRICA

- POTENCIALES ELECTROTÓNICO
- POTENCIALES LOCALES
- POTENCIALES DE ACCIÓN

RESPUESTA DE LA MEMBRANA A LA EXCITACIÓN

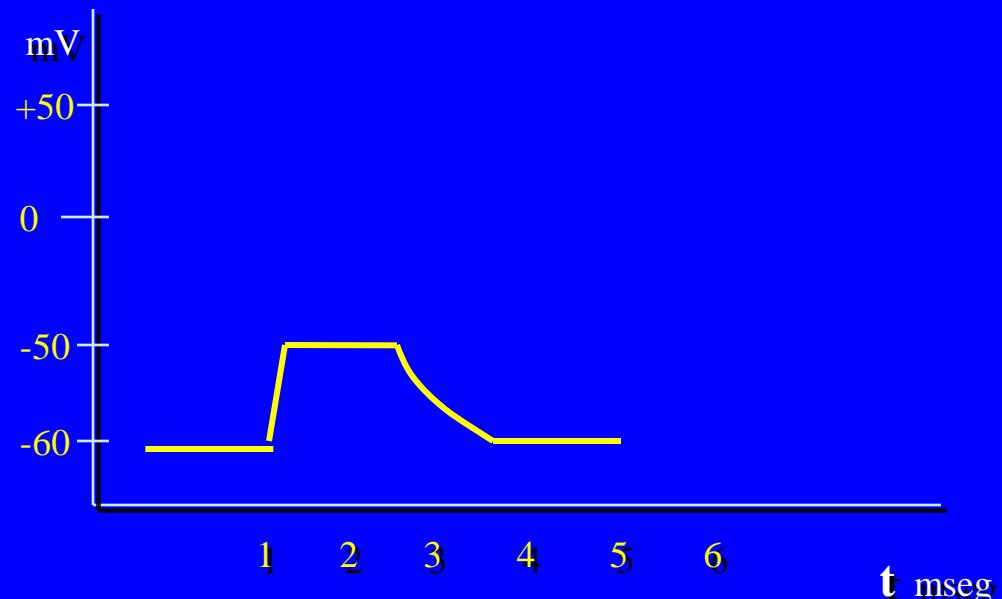
ESTÍMULO DE BAJA INTENSIDAD



POTENCIAL ELECTROTÓNICO

MODIFICACIÓN REVERSIBLE DEL POTENCIAL DE MEMBRANA, PROPORCIONAL A LA INTENSIDAD DEL ESTÍMULO. SU EXTINCIÓN TIENE LUGAR CUANDO CESA DICHO ESTÍMULO. PRESENTA SUMACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL. SI EL ESTÍMULO ES + PROVOCA DESPOLARIZACIÓN, SI ES - HIPERPOLARIZACIÓN

RESPUESTA DE LA MEMBRANA A LA EXCITACIÓN



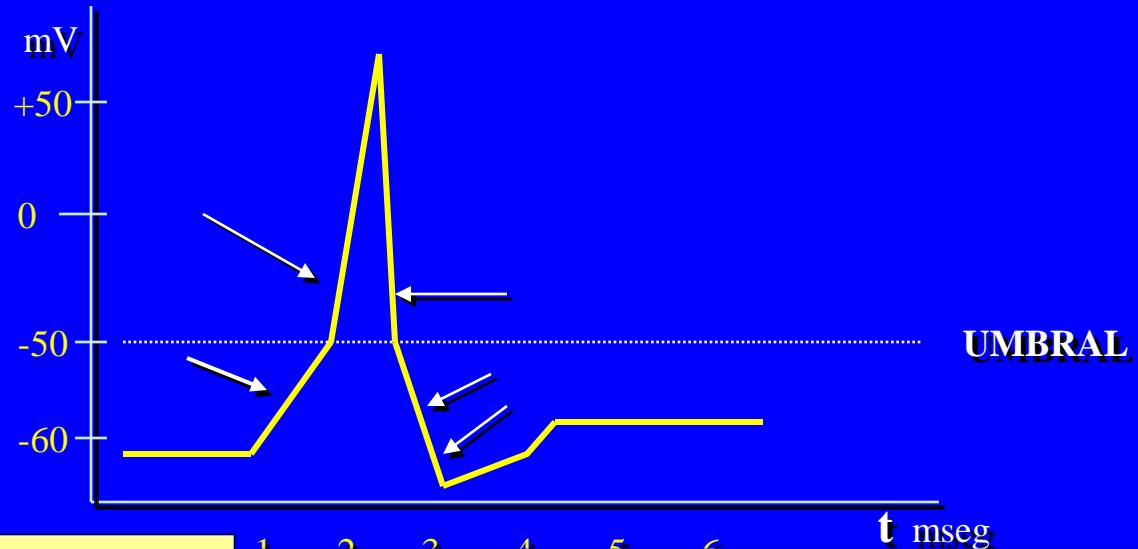
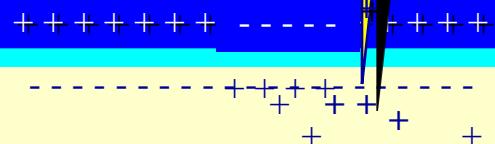
POTENCIAL LOCAL

MODIFICACIÓN TAMBIÉN REVERSIBLE DEL POTENCIAL DE MEMBRANA, **QUE NO ES** PROPORCIONAL A LA INTENSIDAD DEL ESTÍMULO. SU EXTINCIÓN TIENE LUGAR ALGO DESPUÉS DE CESAR DICHO ESTÍMULO. TIENE LA PROPIEDAD DE SUMACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL. SE PROPAGA LOCALMENTE HASTA SU EXTINCIÓN. SI EL ESTÍMULO ES + PROVOCA DESPOLARIZACIÓN, SI ES - HIPERPOLARIZACIÓN

RESPUESTA DE LA MEMBRANA A LA EXCITACIÓN (2): POTENCIAL DE ACCIÓN

ESTÍMULO SUPRAUMBRAL

INVERSIÓN DE
POLARIDAD



FASES DEL POTENCIAL DE ACCIÓN

- 1.- DESPOLARIZACIÓN LENTA (hasta -55 mV)
- 2.- DESPOLARIZACIÓN RÁPIDA (-55 a $+40$ mV)
- 3.- REPOLARIZACIÓN RÁPIDA ($+40$ a $2/3$ repol.)
- 4.- REPOLARIZACIÓN LENTA (hasta -70 mV)
- 5.- HIPERPOLARIZACIÓN (valores inferiores)

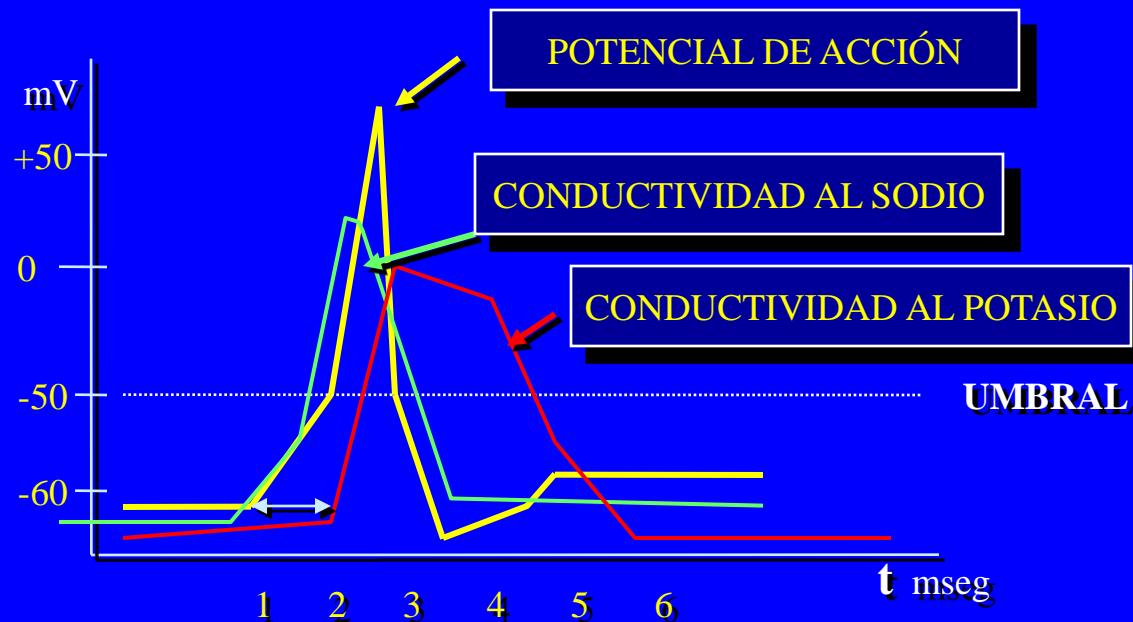
PROPIEDADES DEL POTENCIAL DE ACCIÓN

SIGUE LA LEY DEL TODO O NADA

NO SE EXTINGUE, SE PROPAGA A LO LARGO
DE LA MEMBRANA HASTA SU FINAL

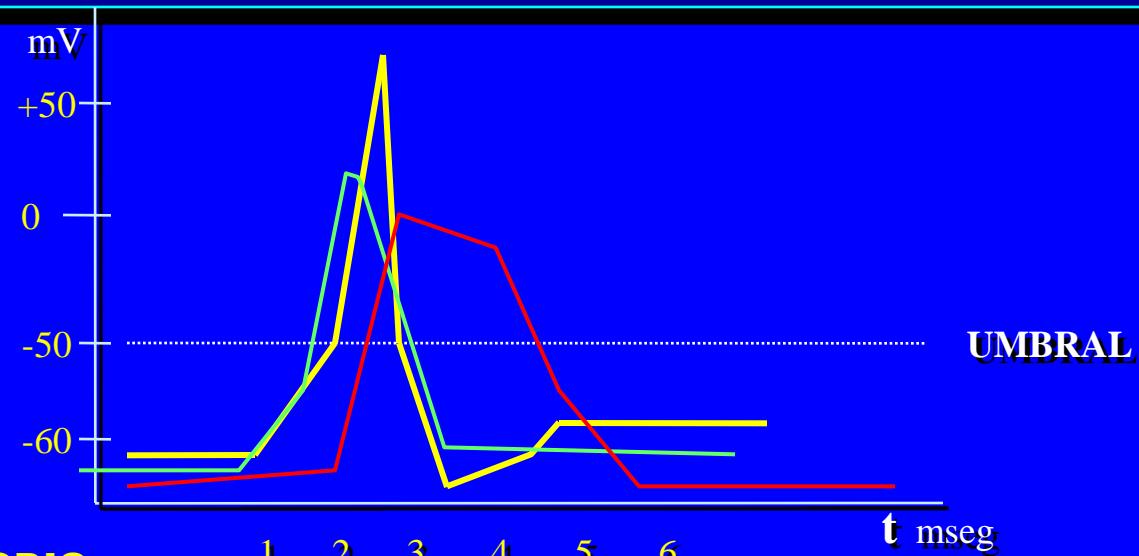
PRESENTA REFRACTARIEDAD

MOVIMIENTO IÓNICO A LO LARGO DEL POTENCIAL DE ACCIÓN

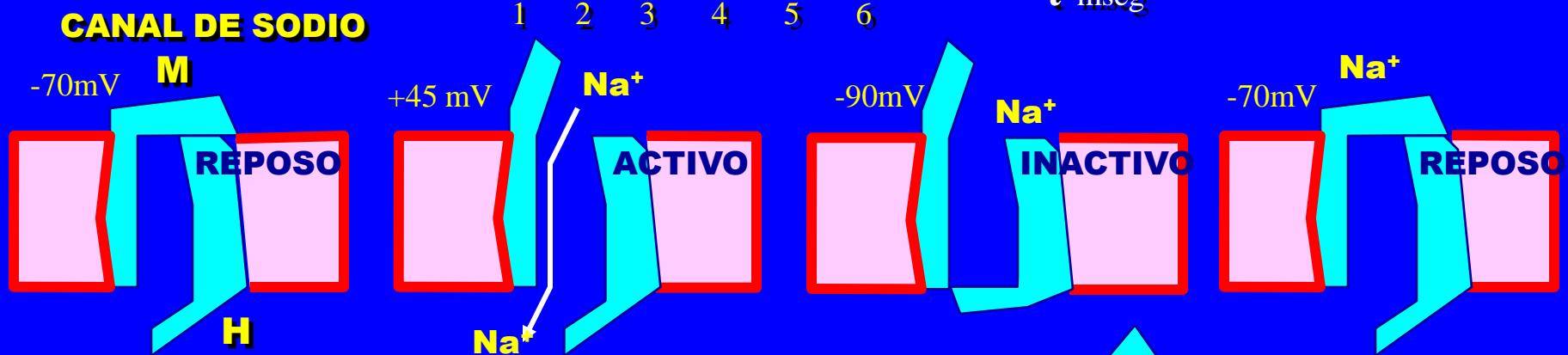


- LA MÁXIMA CONDUCTIVIDAD AL SODIO COINCIDE CON LA DESPOLARIZACIÓN
- LA MÁXIMA CONDUCTIVIDAD AL POTASIO COINCIDE CON LA REPOLARIZACIÓN E HIPERPOLARIZACIÓN
- HAY UN DESFASE DE TIEMPO ENTRE AMBOS PICOS

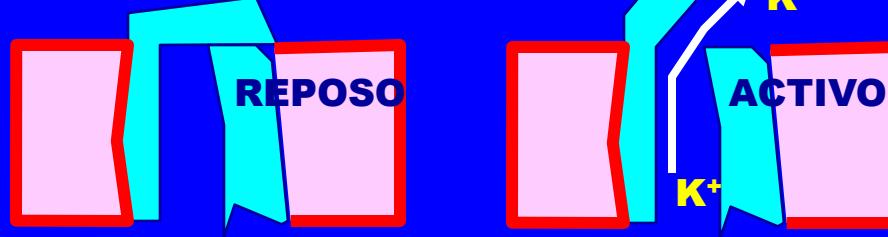
COMPORTAMIENTO DE LOS CANALES DEPENDIENTES DE POTENCIAL



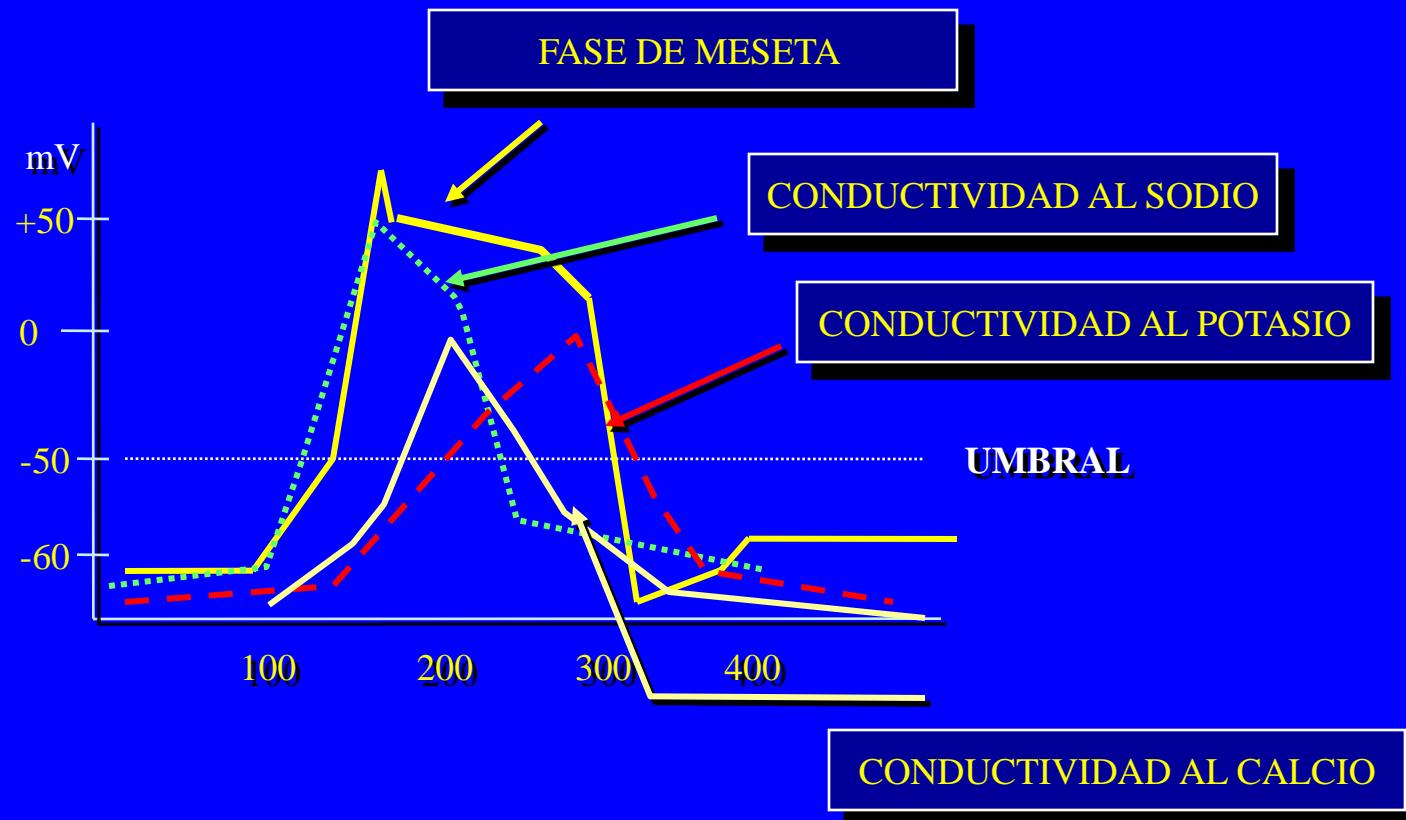
CANAL DE SODIO



CANAL DE POTASIO



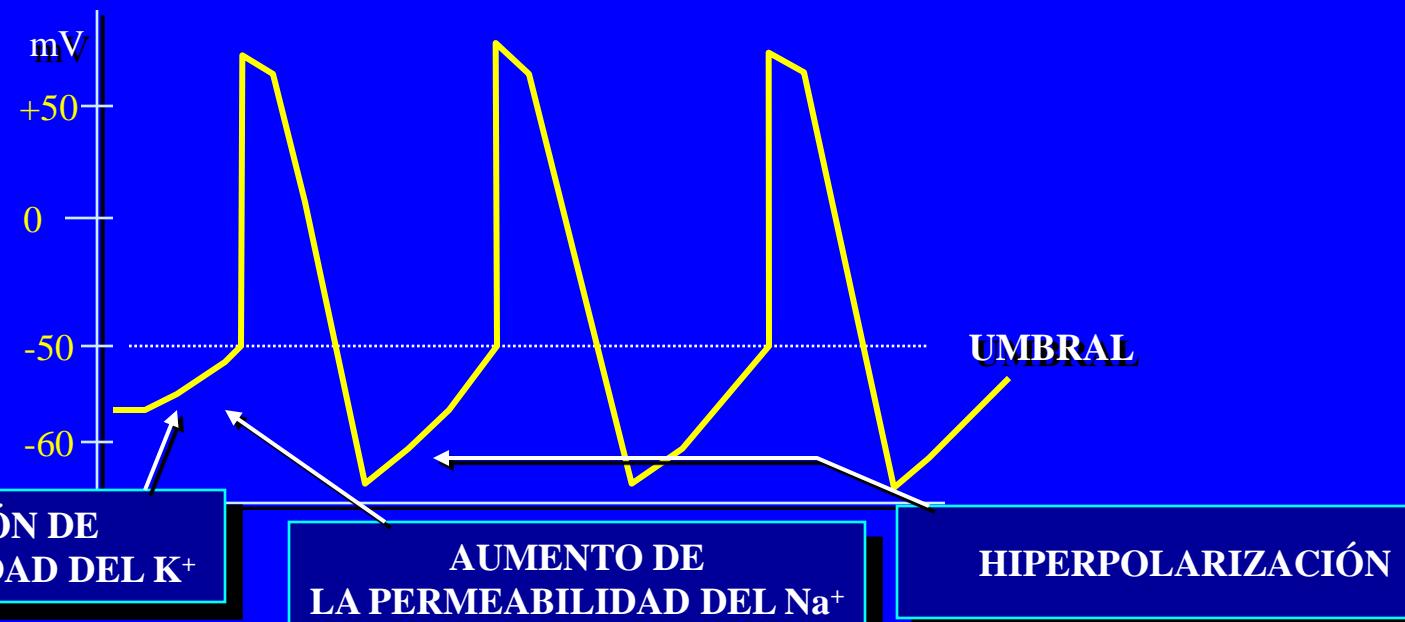
INTERVENCIÓN DE CANALES LENTOS Ca^{2+} - Na^+



AUTOEXCITACIÓN

ALGUNAS CÉLULAS, COMO LAS CARDÍACAS O MUSCULARES LISAS TIENEN LA PROPIEDAD DE AUTOESTIMULARSE, PROVOCANDO EL DISPARO RÍTMICO DE POTENCIALES DE ACCIÓN.

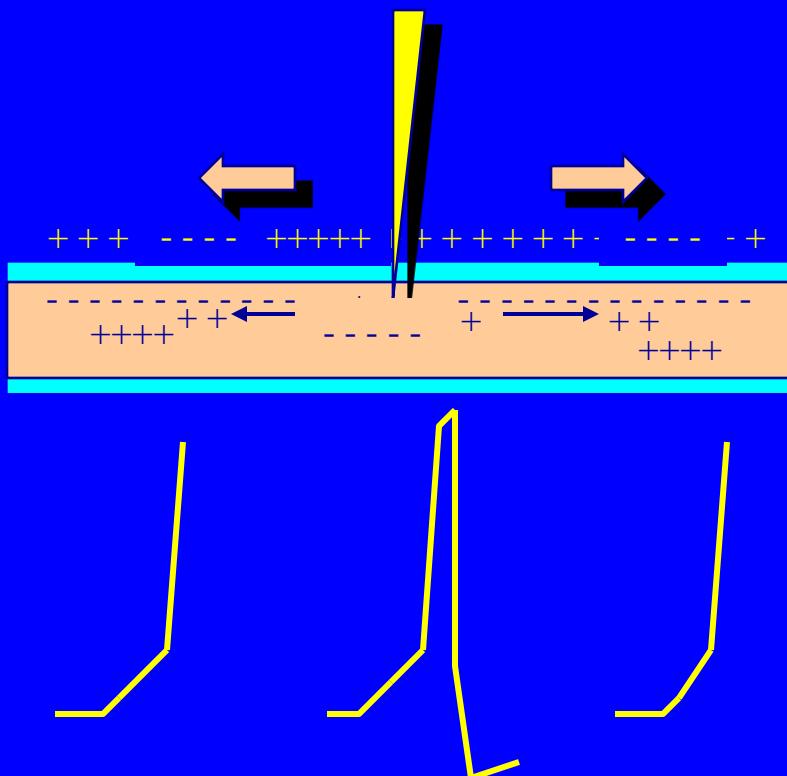
ESTE FENÓMENO SE PRODUCE POR LA PERMEABILIDAD VARIABLE QUE MUESTRAN LOS CANALES DE SODIO (AUMENTO) Y POTASIO (DISMINUCIÓN).



MODIFICACIÓN DE LA EXCITABILIDAD

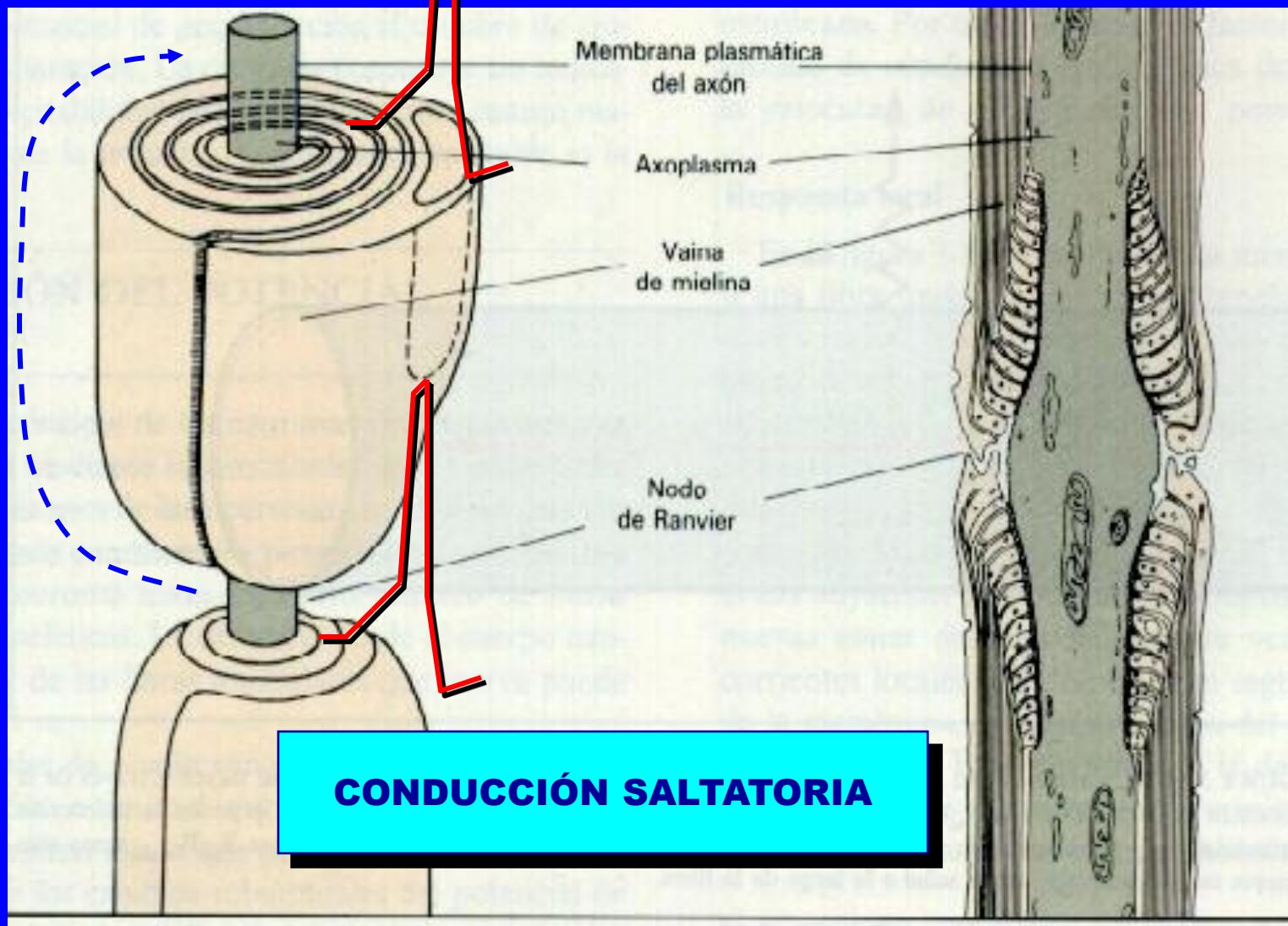
- LA EXCITABILIDAD DE UNA MEMBRANA PUEDE MODIFICARSE POR VARIACIÓN DEL POTENCIAL UMBRAL.
- LA PRESENCIA DE IONES Ca^{++} DISMINUYE LA EXCITABILIDAD POR AUMENTO DEL POTENCIAL UMBRAL.
- DETERMINADAS SUSTANCIAS RETRASAN LA APERTURA DE LOS CANALES DE Na^+ (ANESTÉSICOS)
- LA DISMINUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE K^+

PROPAGACIÓN DEL POTENCIAL DE ACCIÓN



- EL POTENCIAL DE ACCIÓN SE PROPAGA POR LA APARICIÓN DE UN GRADIENTE ELÉCTRICO EN EL INTERIOR DE LA MEMBRANA QUE DESPLAZA CARGAS POSITIVAS CREANDO CORRIENTES ELECTROTÓNICAS EN LAS REGIONES ADYACENTES.
- TALES CORRIENTES SON LA CAUSA DE LA DESPOLARIZACIÓN QUE SE PROPAGA DE FORMA CENTRÍFUGA, HASTA LOS EXTREMOS DEL AXÓN.
- LA VELOCIDAD DEPENDERÁ DE:
 - LA DENSIDAD DE CARGA POSITIVA GENERADA POR LA CORRIENTE DE SODIO.
 - EL GROSOR DEL AXÓN
 - LA PRESENCIA DE MIELINA

FIBRAS MIELÍNICAS



CARACTERIZACIÓN DE UN SUERO

COMPOSICIÓN (1L)	C. REAL (Mm/L)	Nº.PARTIC	C.APARENTE (mOsm/kg)
ClNa 5 g	5000/58,5 ----- = 85,5 1	2	171
Cl₂C 6H₂O.. 0,5 g	500/219 ----- = 2,3 1	3	6,9
GLUCOSA .. 15 g	15000/180 ----- = 83,3 1	1	83,3
			261,2