

**ÁREA O CARRERA : Ingeniería Electrónica**



# **CURSO: BIOINGENIERIA**

**TEMA:**

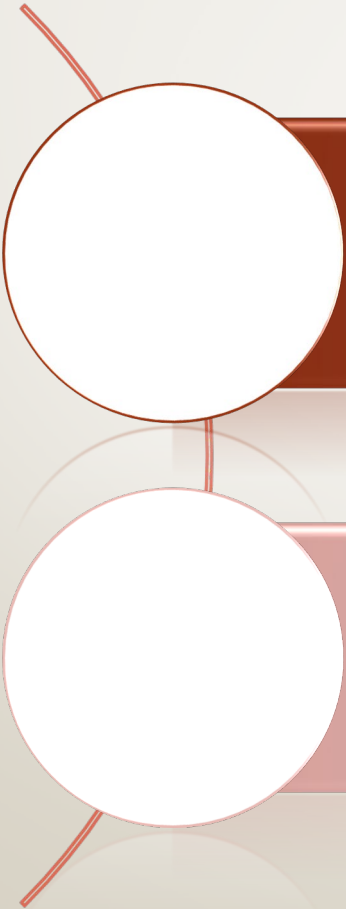
**Sensores y biosensores químicos:  
Electroquímicos**

**Dra. Carmen Mayorga**

# Logro

Al finalizar el clase el estudiante tendrá un entendimiento de los principios fundamentales de los sensores y biosensores electroquímicos, así como los métodos de transducción utilizados para detectar los analitos de interés.

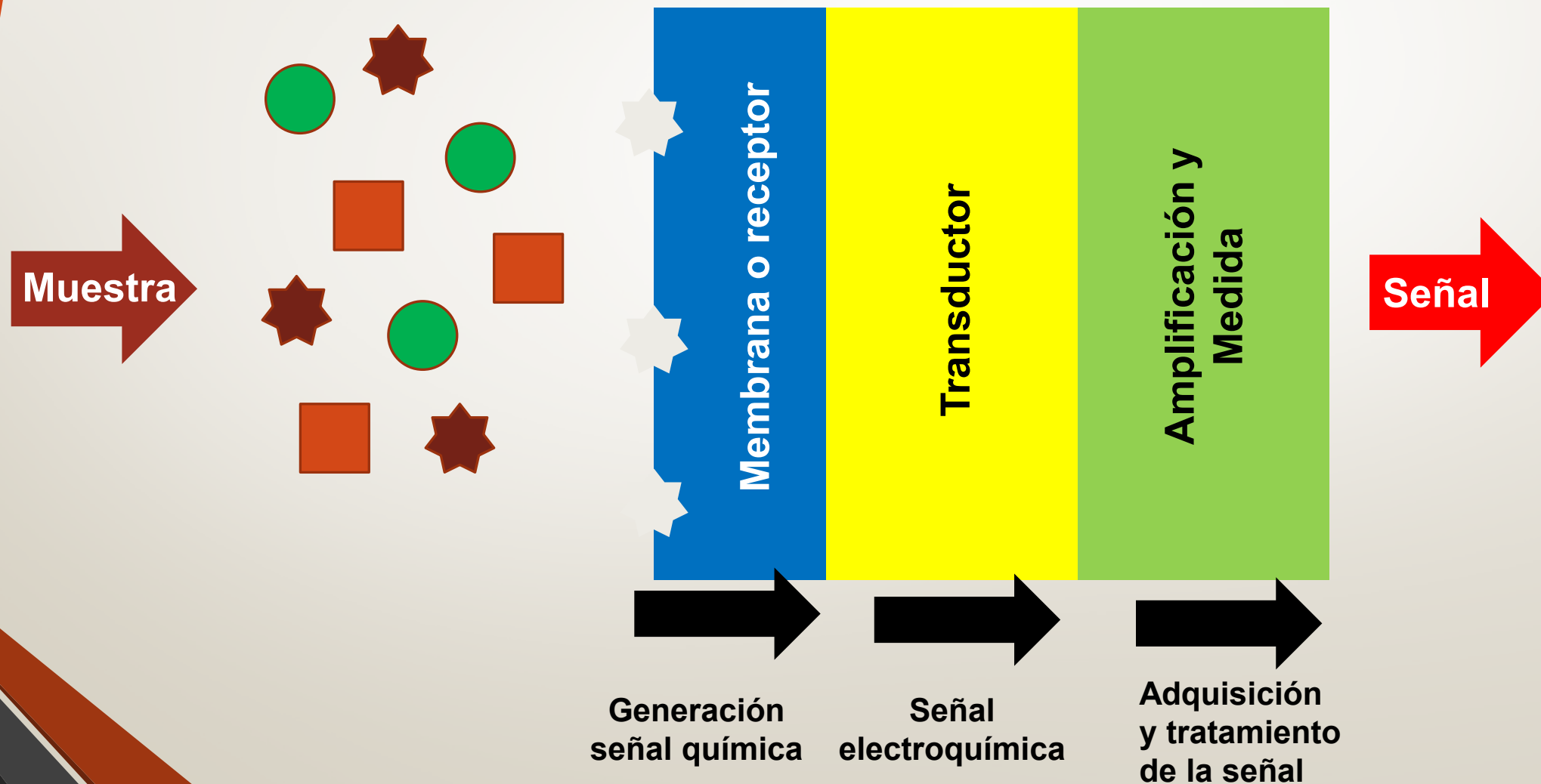
# ¿Que son los sensores y biosensores electroquímicos?



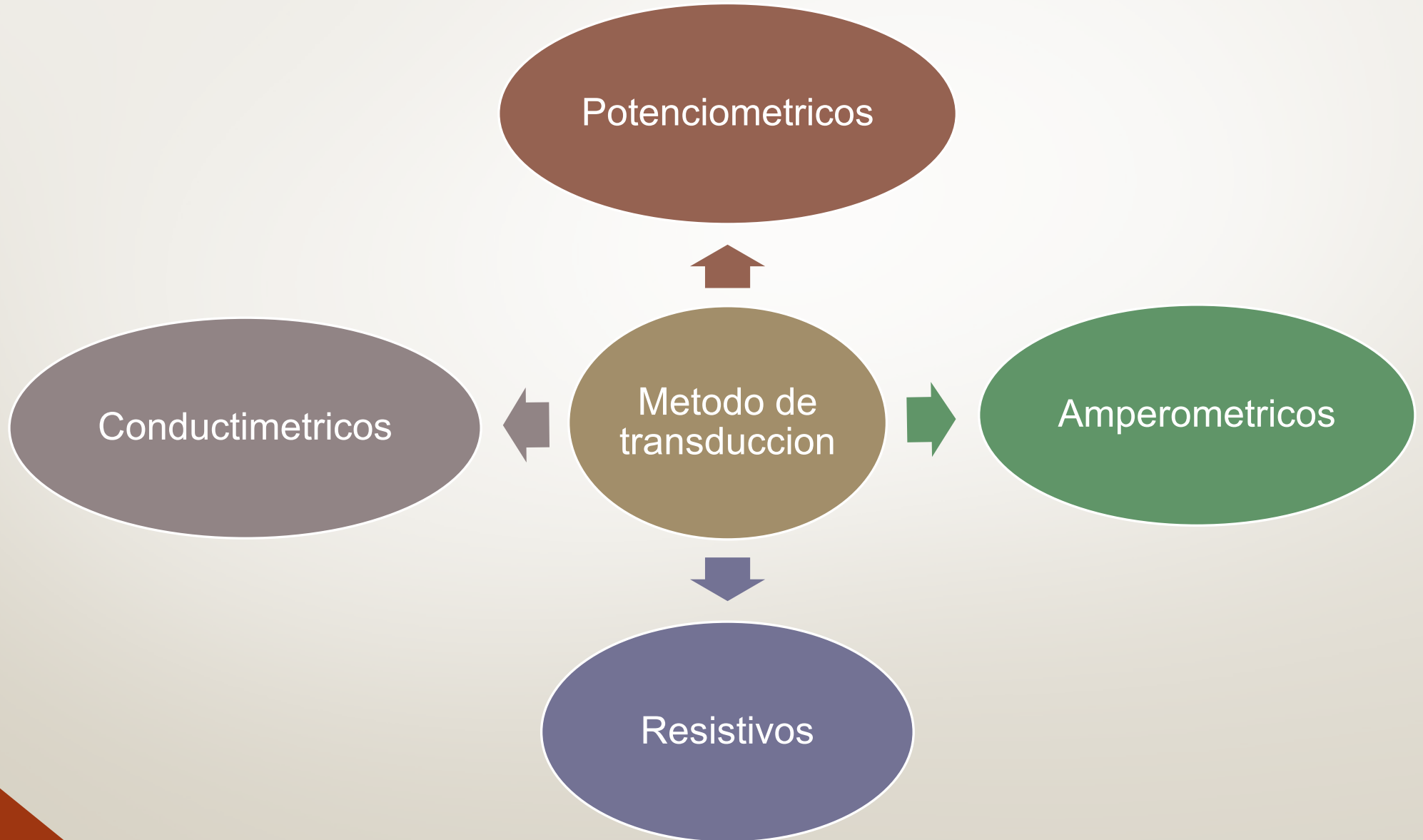
Transductor que detecta la interacción electroquímica entre el analito y el electrodo dando lugar a una señal eléctrica útil..

El efecto electroquímico puede necesitar estimulación eléctrica externa o ser el resultado de una interacción espontánea.

# Partes de los sensores y biosensores electroquímicos



# Tipos de sensores y biosensores



# Sensores Potenciométricos

Al poner en contacto un metal con una disolución conteniendo sus iones



Se establece un potencial de electrodo en la interfase metal/disolución, que se define como:

$$E = E^o - \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_m}{a_{M^{n+}}} = E^o - \frac{RT}{nF} \ln \frac{1}{a_{M^{n+}}} = E^o + \frac{RT}{nF} \ln a_{M^{n+}}$$

$$E = E^o + \frac{0,05916}{n} \log a_{M^{n+}}$$

$E^o$  = Potencial estándar de electrodo

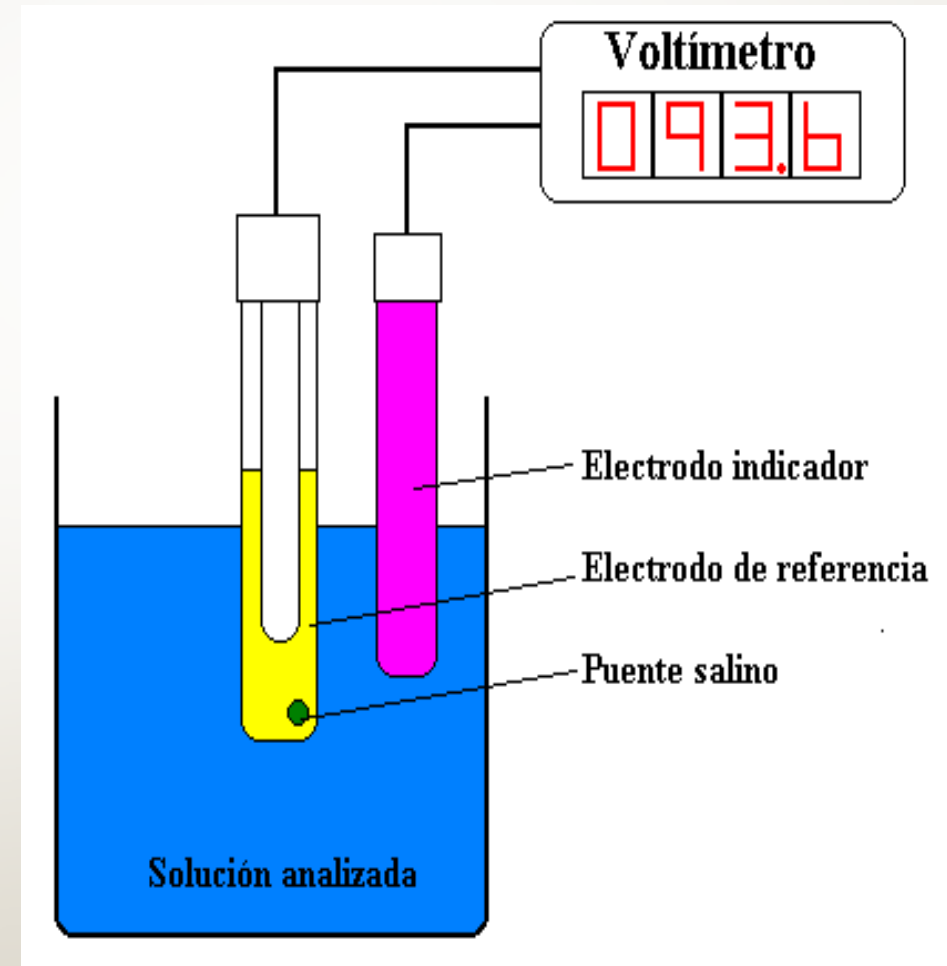
$R$  = constante de los gases, 8.31 J/°mol.

$T$  = temperatura absoluta en °K, 298 °K

$F$  = constante de Faraday, 23,062 cal/V ó 96,406 J/V.

# Celda Potenciométrica

- ❖ Miden la diferencia de potencial entre dos electrodos inmersos en una solución.
- ❖ El potencial de uno de los electrodos es independiente de su ambiente.(ER)
- ❖ El potencial del otro electrodo cambia con la concentración de la sustancia a medir.(ET)



# Electrodo de Referencia

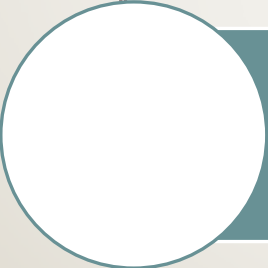
- $E_{1/2}$  = cte a pesar de cambios en la muestra a medir.
- El  $E_{1/2}$  debe ser reproducible.
- No cambia significativamente su  $E_{1/2}$  con la temperatura.
- Deben ser baratos.
- Fáciles de armar.




# Electrodo de trabajo ET o Electroodos indicadores



La respuesta depende de la concentración del analito.



Debe responder de forma rápida y reproducible a los cambios de actividad del ion analito.

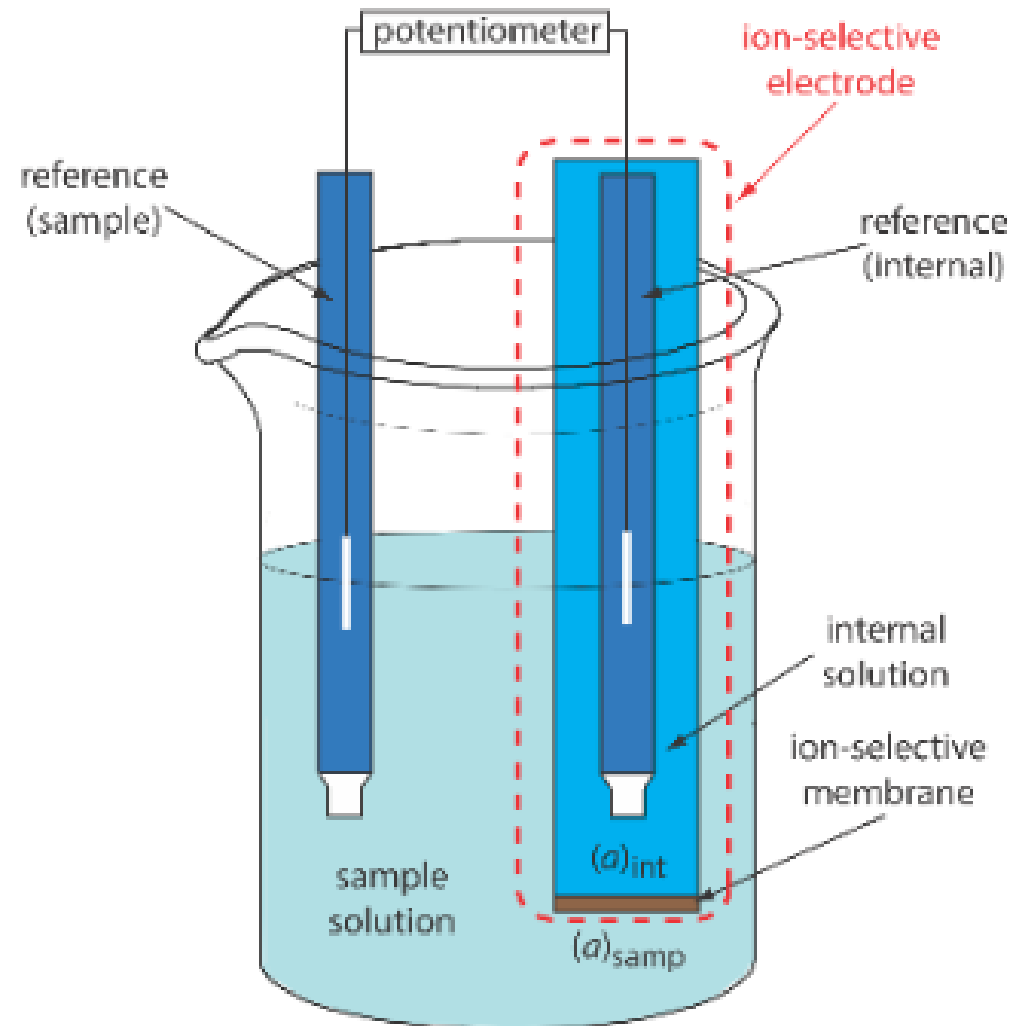


Los electrodos indicadores para las medidas potenciométricas son de dos tipos fundamentales:

- *Metálicos*
- De *membrana*. denominados también electrodos *específicos* o *selectivos para iones*.

# Electrodo de Vidrio para medir pH

- Cada electrodo tiene un potencial constante e independiente del pH.
- La membrana delgada en el extremo del electrodo es la que responde a los cambios de pH.
- El electrodo de vidrio es ión-específico. Con ellos se puede medir el ión hidrógeno o cationes monovalentes ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ).



# Sensores Amperométricos

**Definición:** Mide la corriente que cruza una celda electroquímica con un potencial aplicado constante.

- La corriente es resultado de la oxidación o reducción del analito electroactivo en el electrodo de trabajo.
- La respuesta de corriente esta directamente relacionada con la concentración del analito

$$I = nFADC/\delta$$

*n* = N° de electrones

*F* = Cte Faraday

*A* = Área del electrodo

*D* = coeficiente de difusión

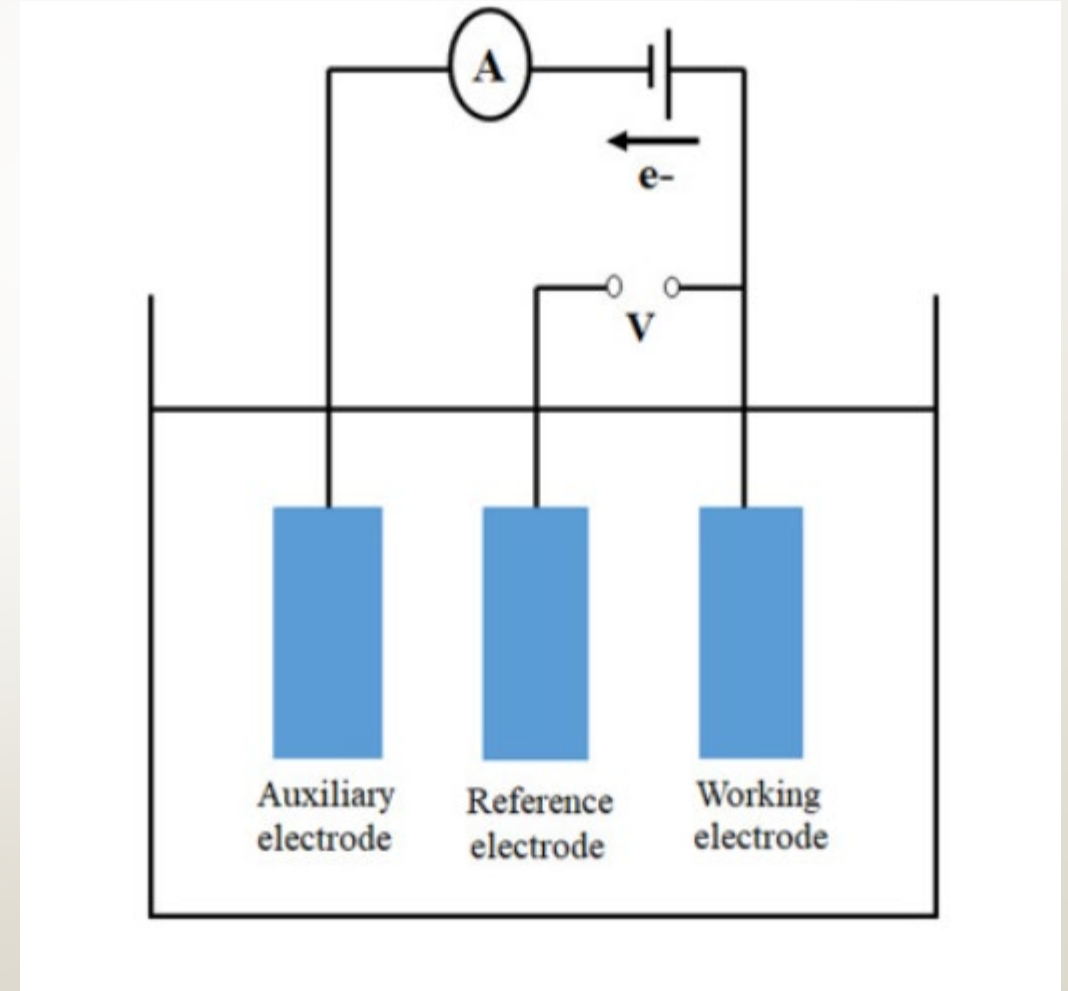
*C* = concentración

$\delta$  = espesor de capa de difusión

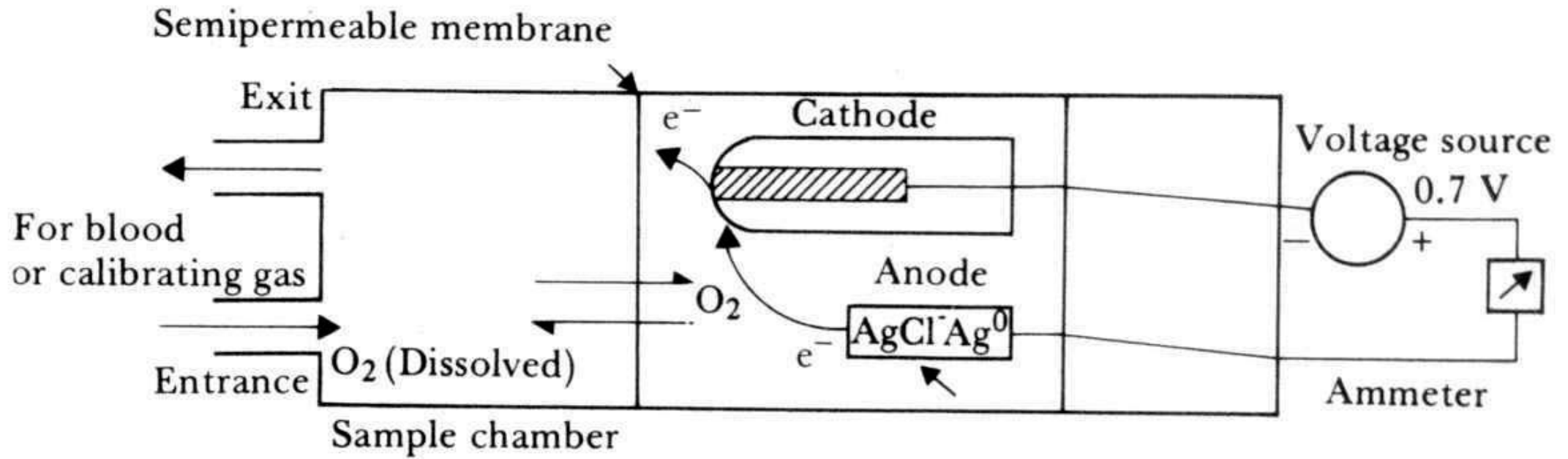
- Si la medida se lleva a cabo en condiciones controladas (Temperatura y condiciones de agitación):

# Celda Electroquímica

- Contiene tres electrodos, uno donde la especie analizada está siendo oxidada o reducida (electrodo activo), y otro empleado como referencia.
- El electrodo activo es de Platino (Pt) normalmente, pero también puede ser Au y C.
- Electrodo referencia de Ag/AgCl.
- Electrodo auxiliar. Permite la circulación de la corriente hacia el electrodo activo

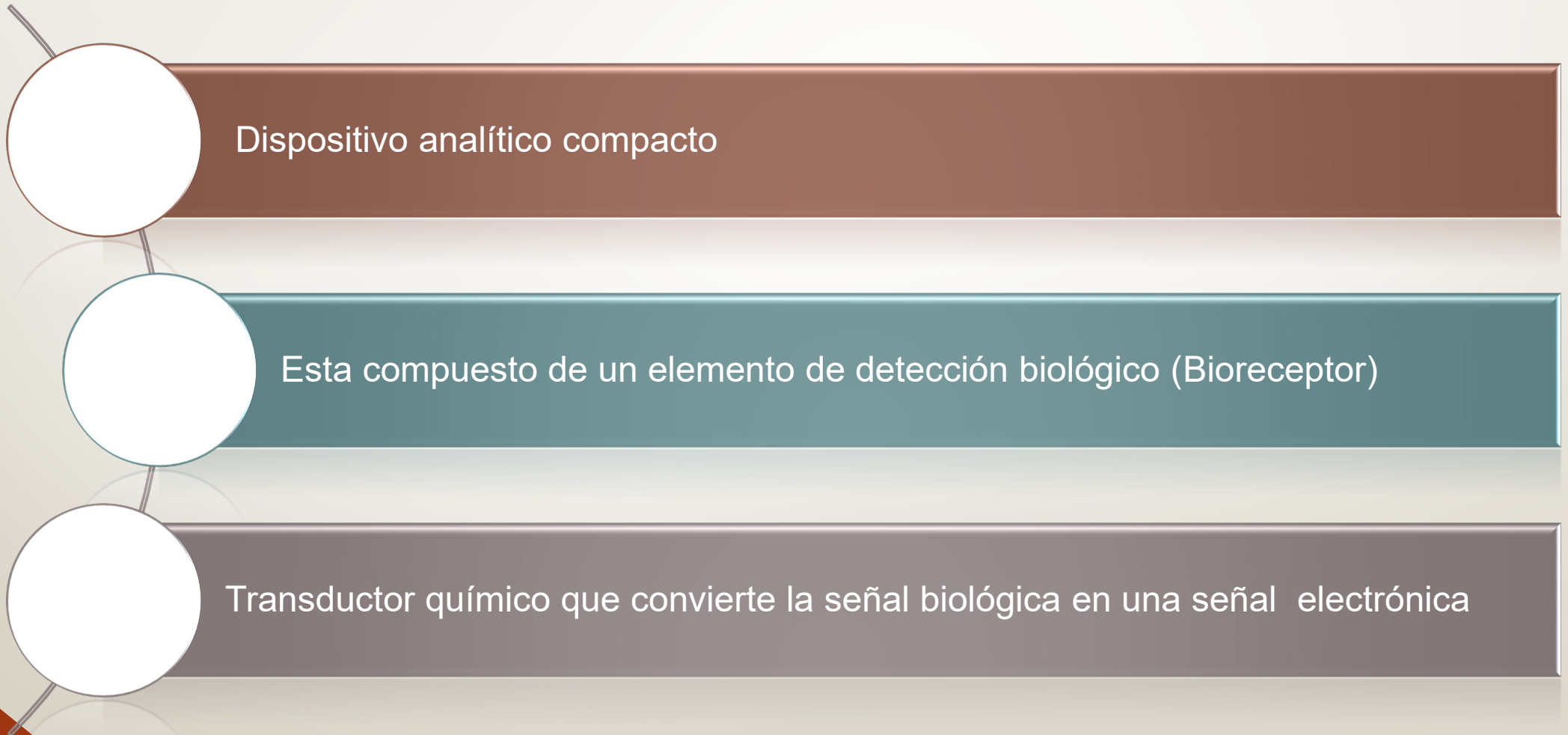


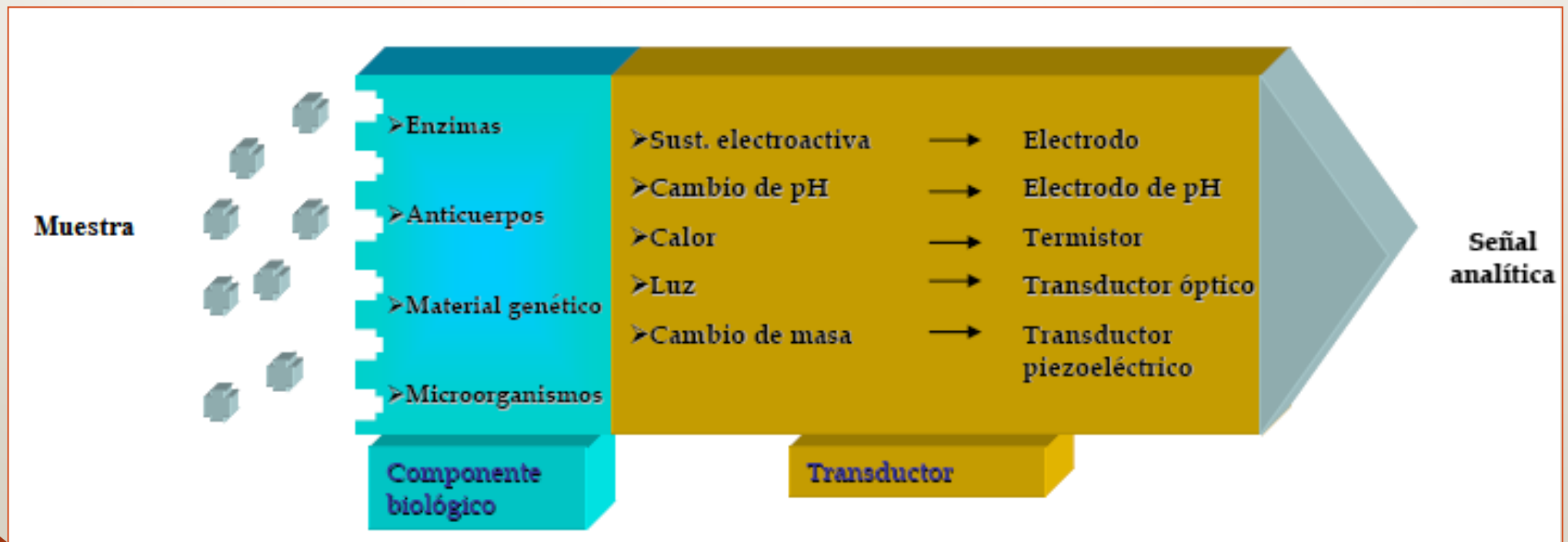
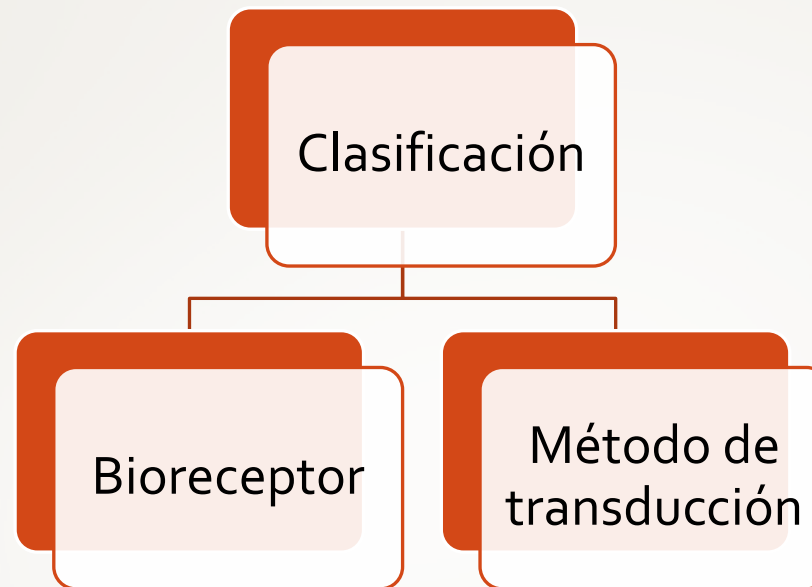
# Electrodo de O<sub>2</sub> (Clark)



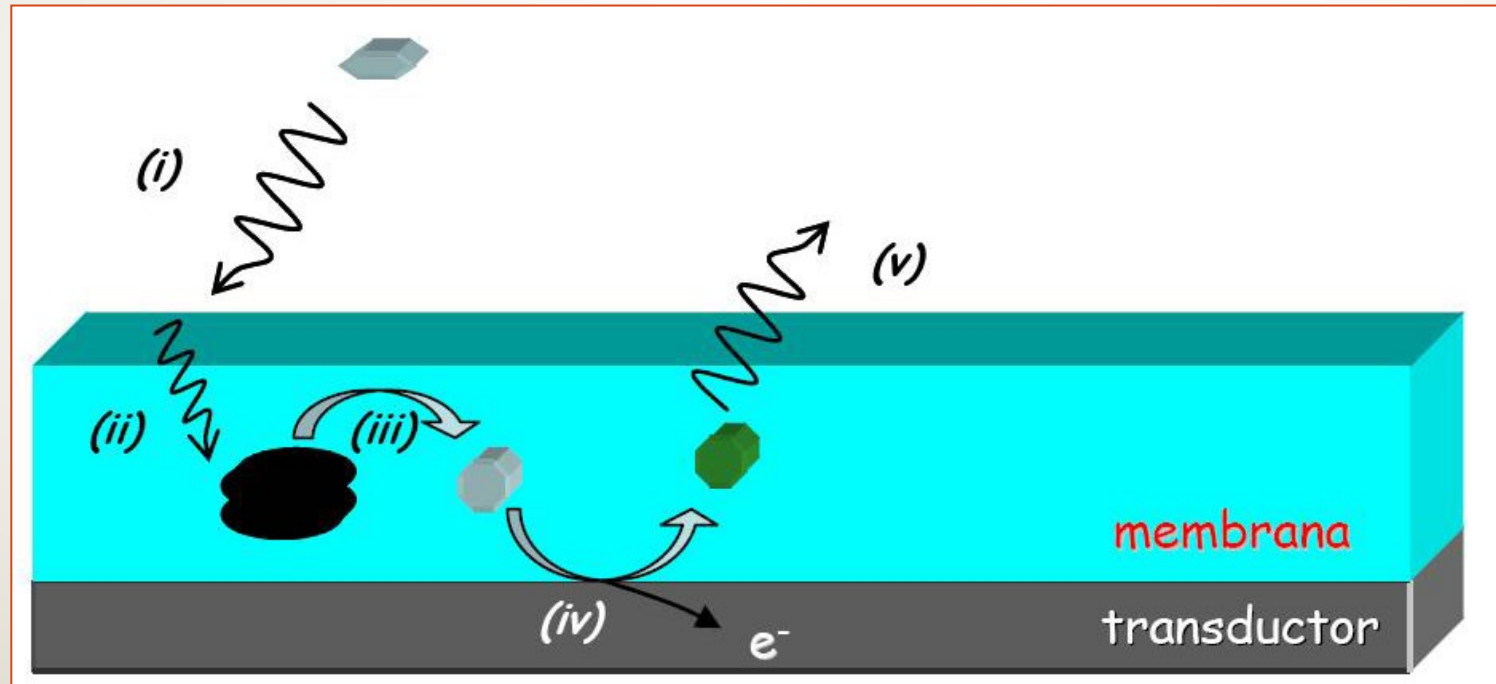
- Membrana: Teflon, silicona o polietileno
- Catodo: Pt, Au o Ag
- Anodo: (Referencia) Ag/AgCl
- Electrolito: Buffer +KCl a pH fijo(mantiene cte el E del ER)

# Biosensores electroquímicos





# Biosensores enzimáticos



Partes y etapas del censado de un biosensor enzimático



## ENZIMA

## REACCION

Transferasas

Catalizan la transferencia de un grupo químico, de un sustrato a otro.

Hidrolasas

Catalizan reacciones de hidrólisis.

Liasas

Catalizan adiciones de grupos a dobles enlaces o formaciones de dobles enlaces por eliminación de grupos

Isomerasas

Catalizan la interconversión de isómeros

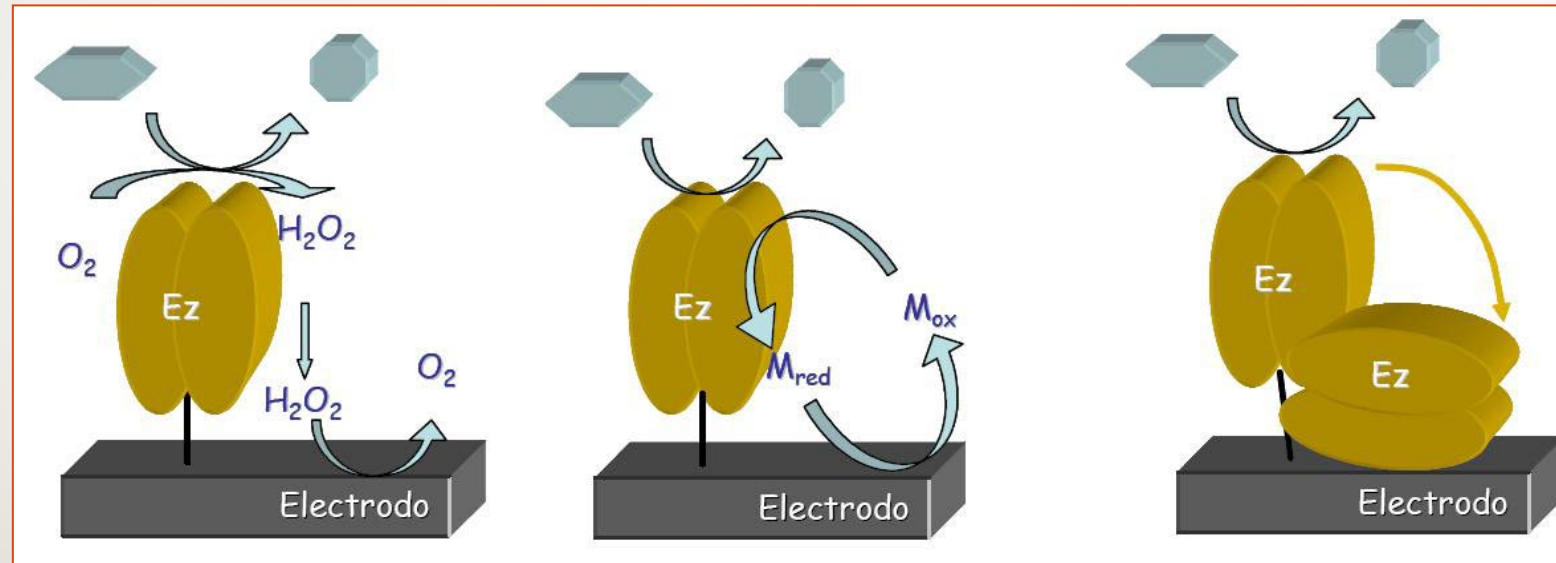
Ligasas

Catalizan la formación de enlaces C-C, C-S, C-O y C-N por reacciones de condensaciones acopladas a la hidrólisis de ATP

Óxido-  
reductasas

Catalizan reacciones de óxido-reducción, es decir, transferencia de hidrógeno o de electrones de un sustrato a otro

# Generaciones de los biosensores enzimaticos



# Inmunosensores Electroquímicos

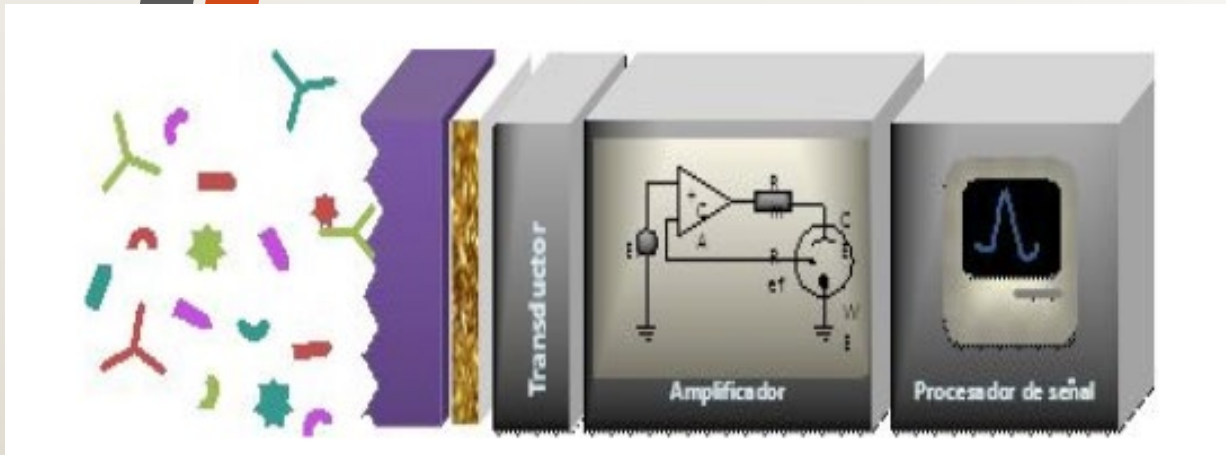
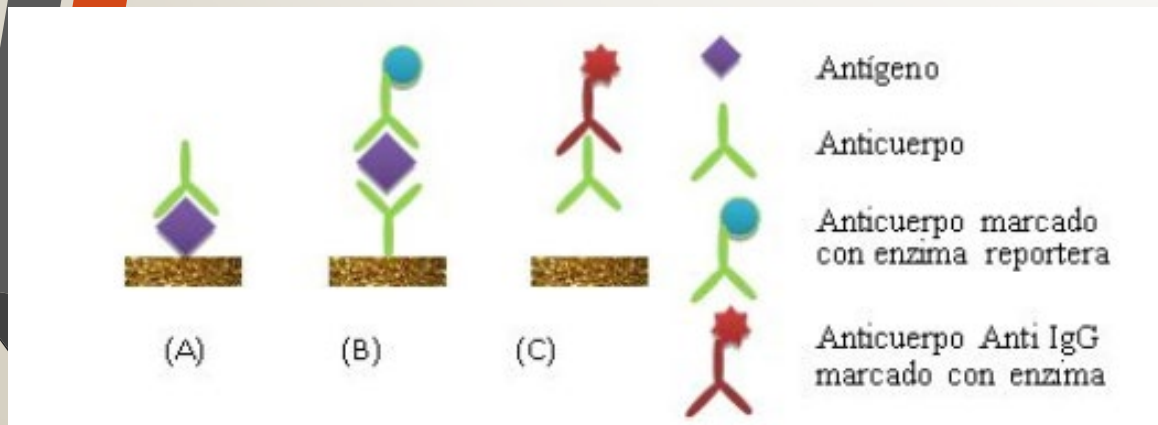
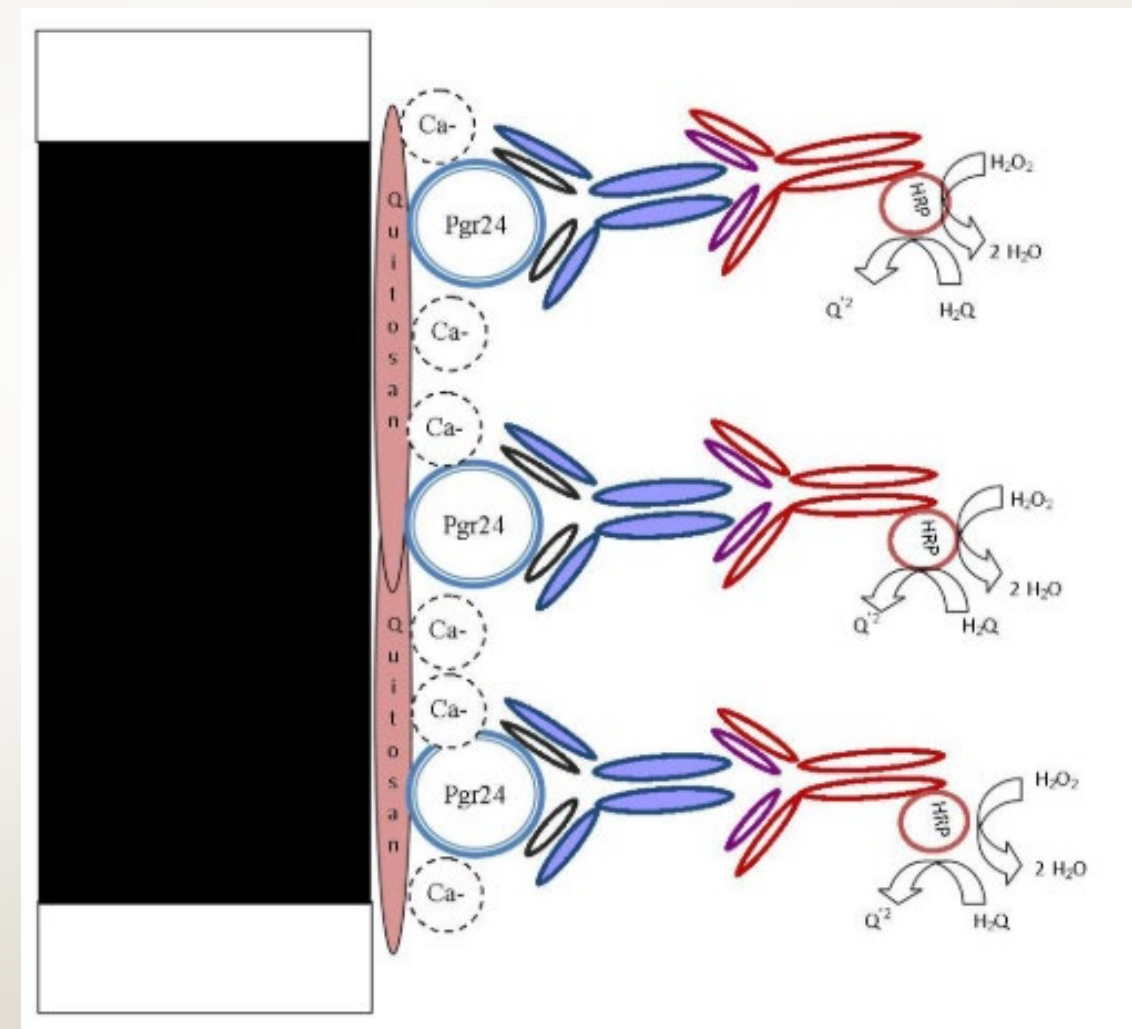


Diagrama de bloques de un inmunosensor electroquímico

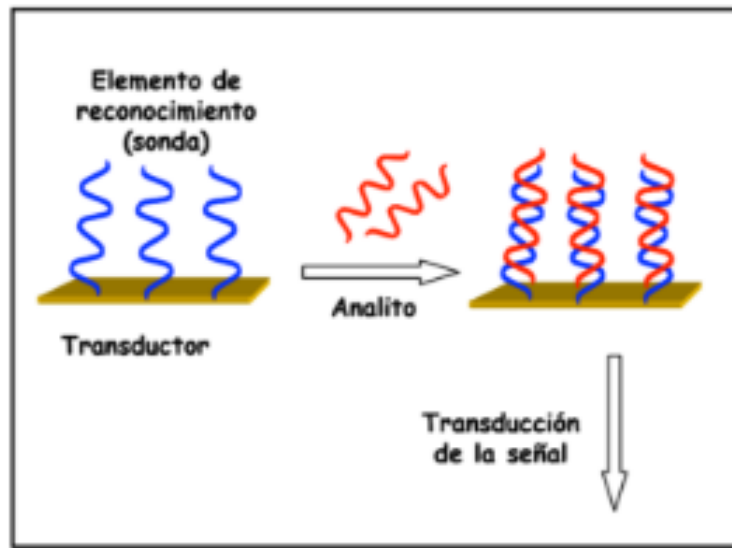


Preparación de inmunosensores electroquímicos

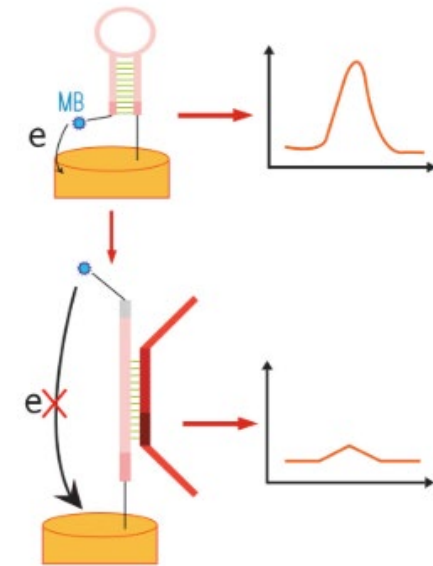


Inmuno ensayo tipo ELISA

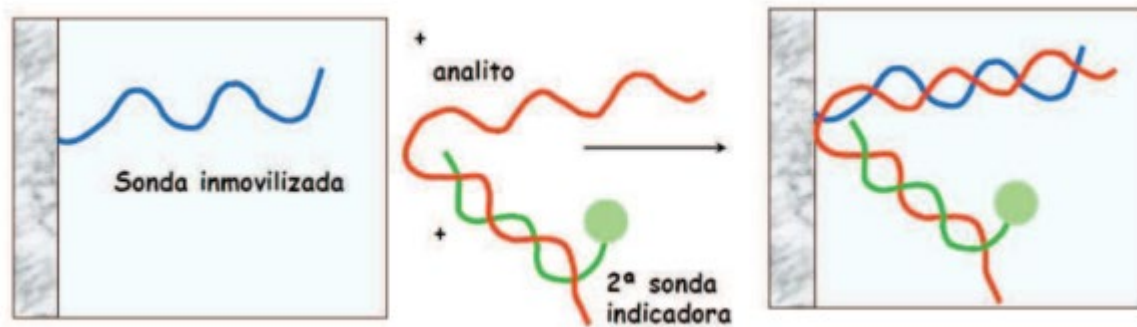
# Genosensores Electroquímicos



Esquema de funcionamiento de un sensor de ADN



Apertura de la sonda de captura estructurada



Ensayo de hibridación tipo sandwich

# Rol de los nanomateriales en el desarrollo de biosensores más sensibles, selectivos y miniaturizados

[RETURN TO ISSUE](#) | [< PREV](#) **ARTICLE** [NEXT >](#)

## Binary Phosphorene Redox Behavior in Oxidoreductase Enzymatic Systems

Carmen C. Mayorga-Martinez, Zdeněk Sofer, and Martin Pumera\*

**Cite this:** *ACS Nano* 2019, 13, 11, 13217–13224

Publication Date: October 17, 2019

<https://doi.org/10.1021/acsnano.9b06230>

Copyright © 2019 American Chemical Society

[Request reuse permissions](#)

Article Views

1342

Altmetric

1

Citations

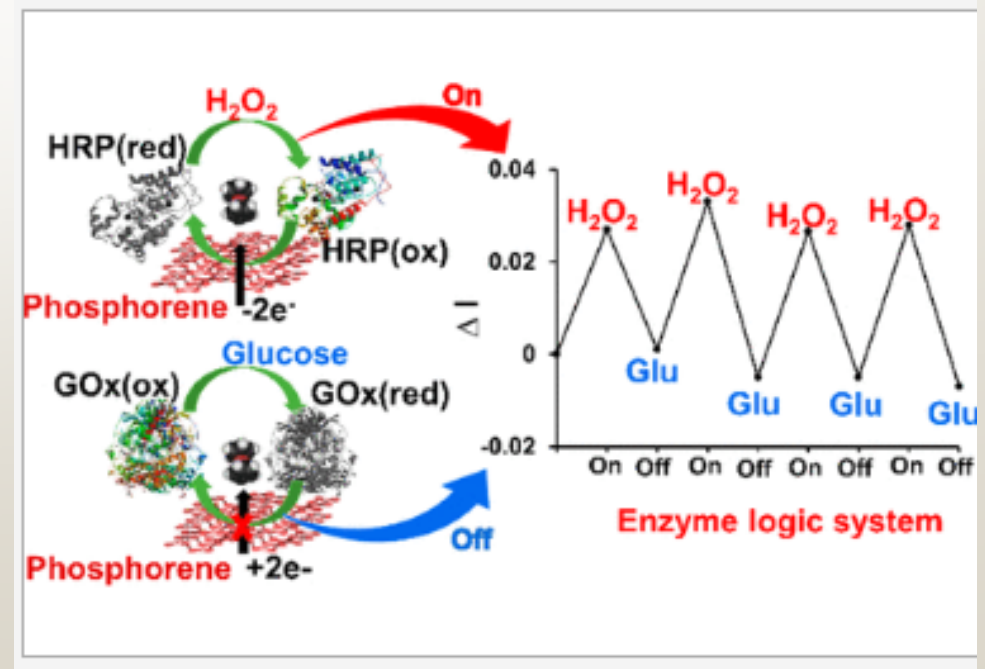
21

[LEARN ABOUT THESE METRICS](#)



Access Through Your Institution

Other access options



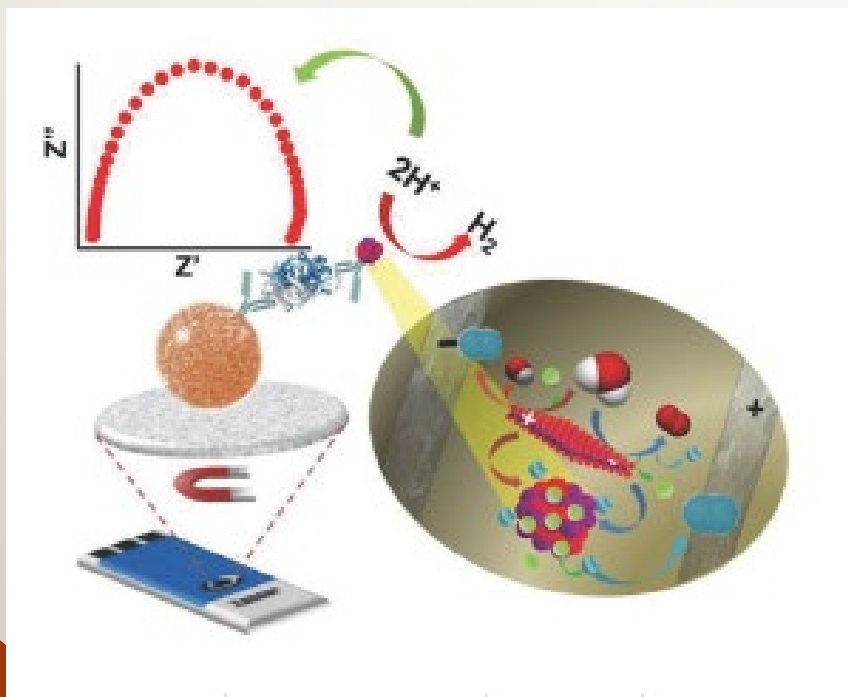


Full Paper

## Bipolar Electrochemical Synthesis of WS<sub>2</sub> Nanoparticles and Their Application in Magneto-Immunosandwich Assay

Carmen C. Mayorga-Martinez, Bahareh Khezri, Alex Yong Sheng Eng, Zdeněk Sofer, Pavel Ulbrich, Martin Pumera ✉

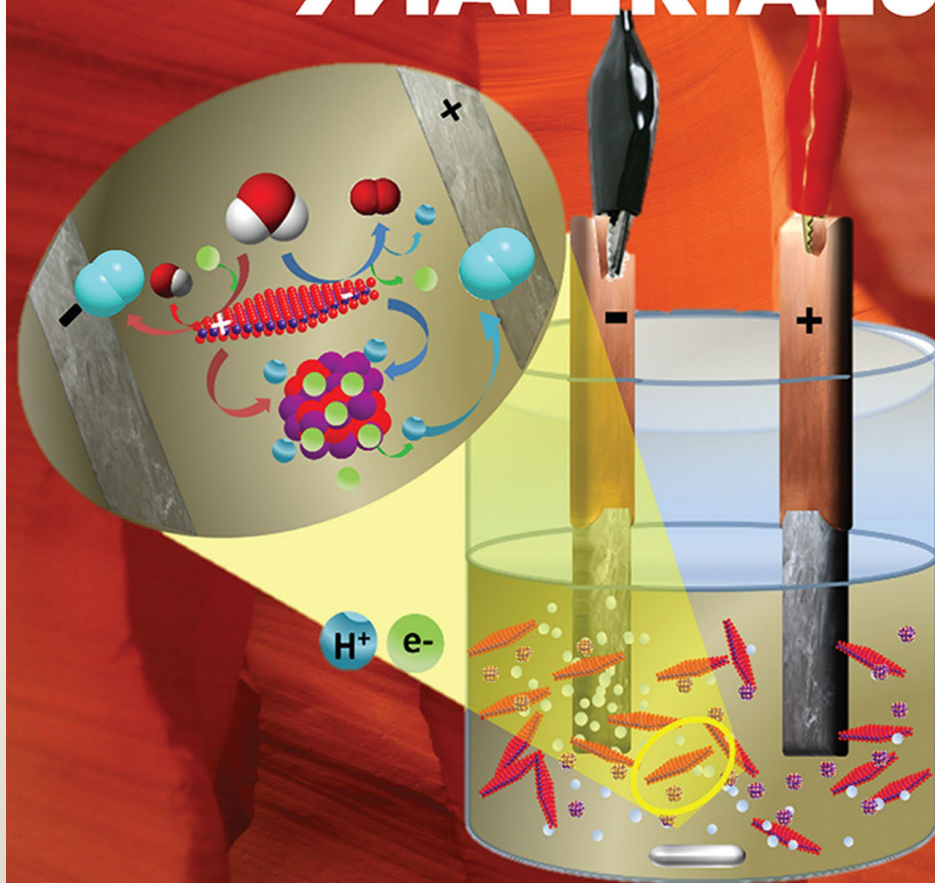
First published: 23 April 2016 | <https://doi.org/10.1002/adfm.201600961> | Citations: 43



Vol. 26 • No. 23 • June 20 • 2016

[www.afm-journal.de](http://www.afm-journal.de)

# ADVANCED FUNCTIONAL MATERIALS



WILEY-VCH

# Label-Free Impedimetric Aptasensor for Ochratoxin-A Detection Using Iridium Oxide Nanoparticles

Lourdes Rivas<sup>†‡</sup>, Carmen C. Mayorga-Martinez<sup>†</sup>, Daniel Quesada-González<sup>†</sup>, Alejandro Zamora-Gálvez<sup>†</sup>, Alfredo de la Escosura-Muñiz<sup>†</sup>, and Arben Merkoçi<sup>†‡§</sup>

View Author Information ∨

✓ **Cite this:** *Anal. Chem.* 2015, 87, 10, 5167–5172  
Publication Date: April 22, 2015 ∨  
<https://doi.org/10.1021/acs.analchem.5b00890>  
Copyright © 2015 American Chemical Society  
[Request reuse permissions](#)

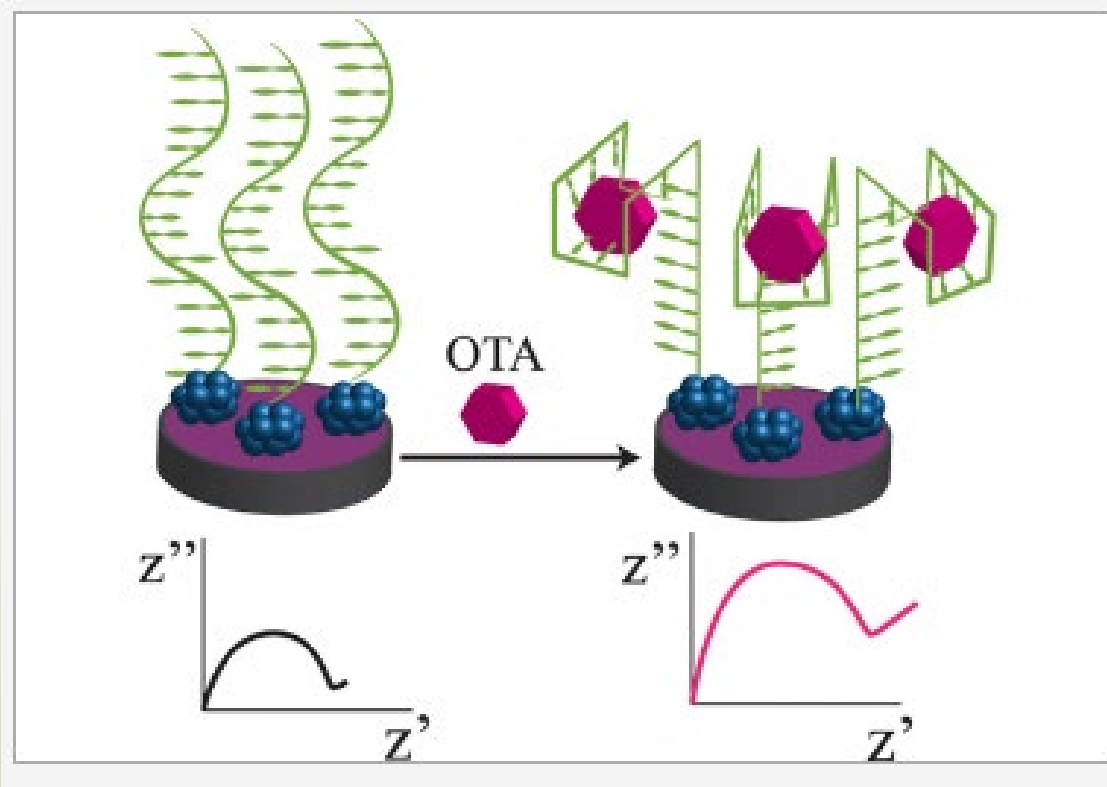
Article Views  
**2931**

Altmetric  
-

Citations  
**202**

[LEARN ABOUT THESE METRICS](#)

Share Add to Export





# **Repaso de la clase 07**

**<https://kahoot.it/>**