

“Inmovilización de enzimas en un electrodo y sus aplicaciones en biosensores”

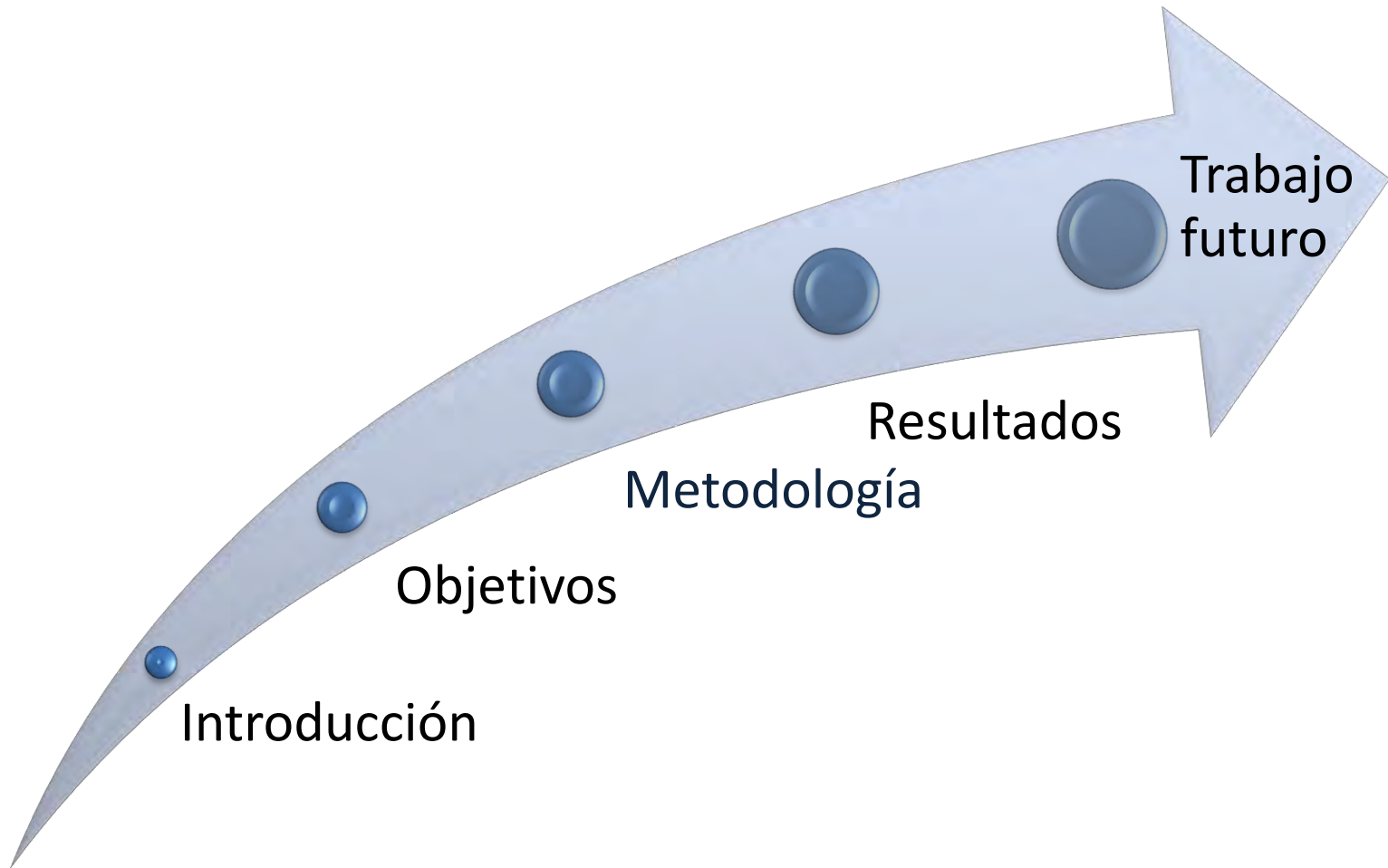
Jenaro Daniel Jaime González

Pilar Herrasti

Silvia Gutiérrez Granados

Universidad Autónoma de Madrid

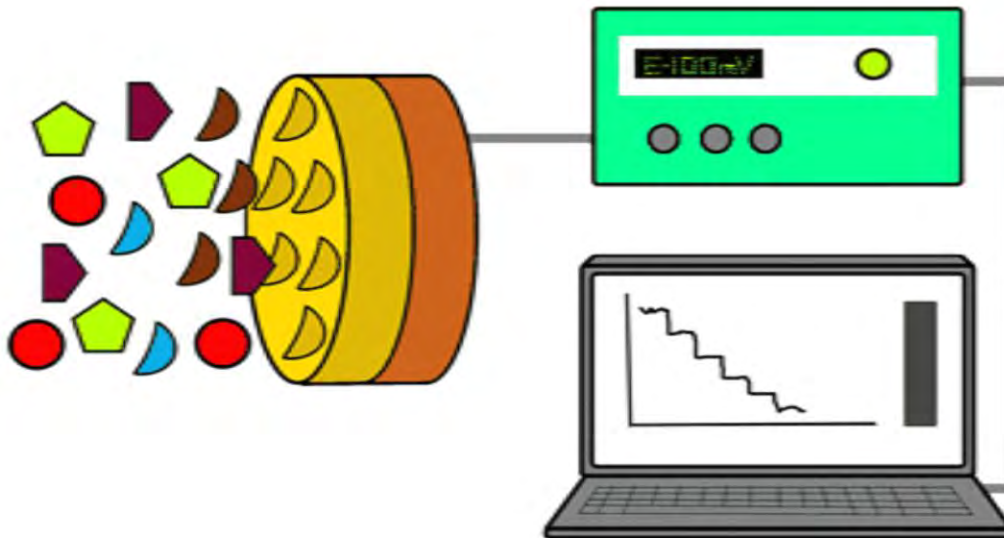
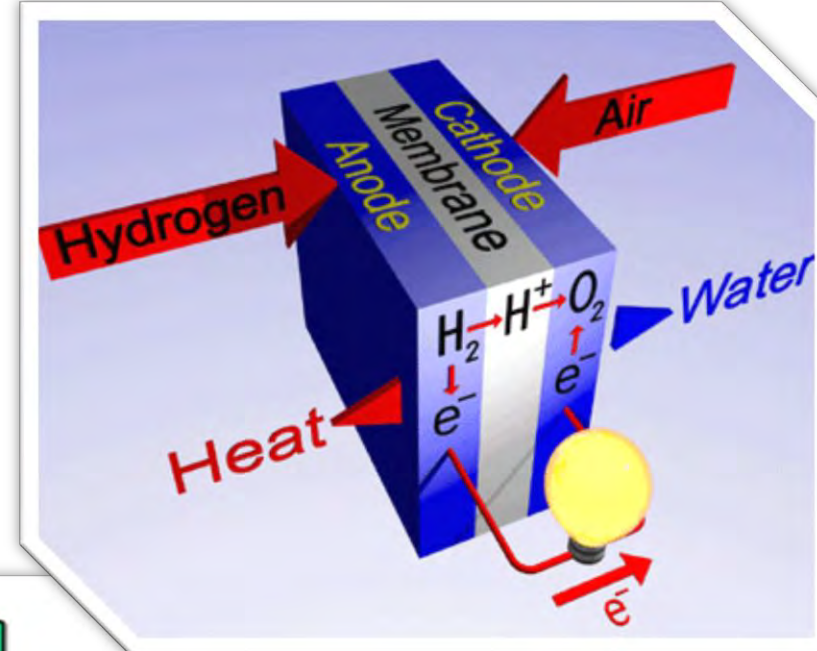
ORDEN DE LA PRESENTACIÓN



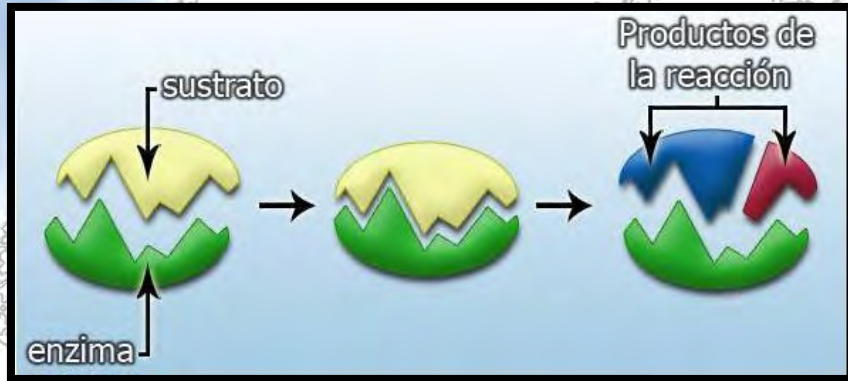
Materiales Catalíticos

APLICACIONES

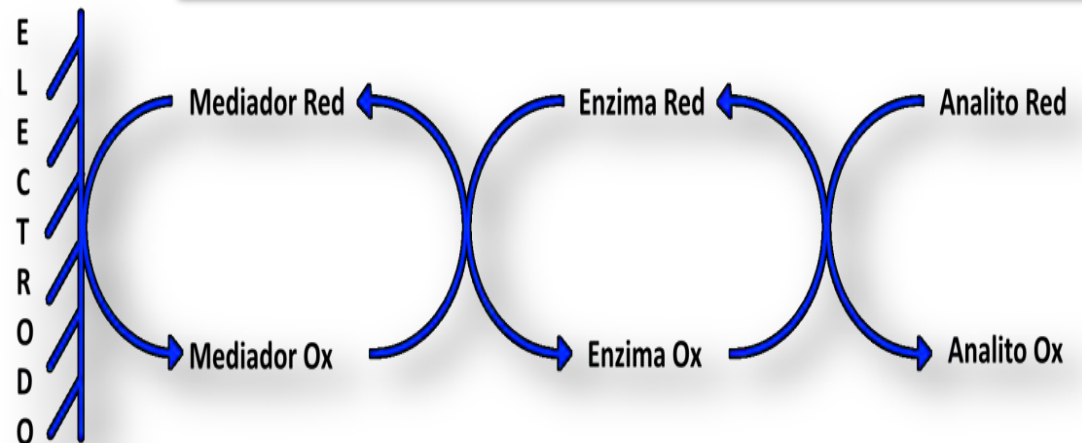
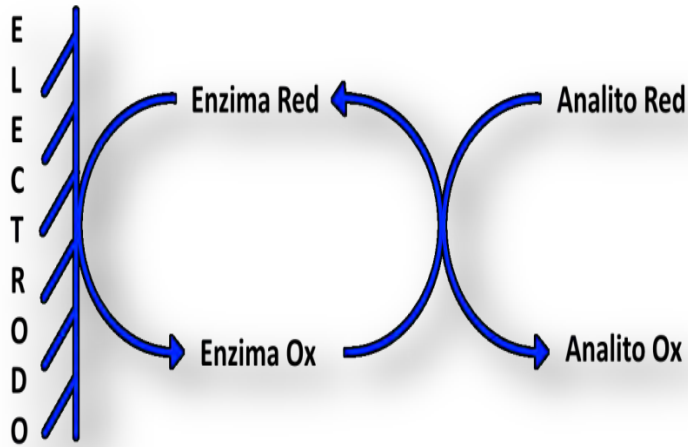
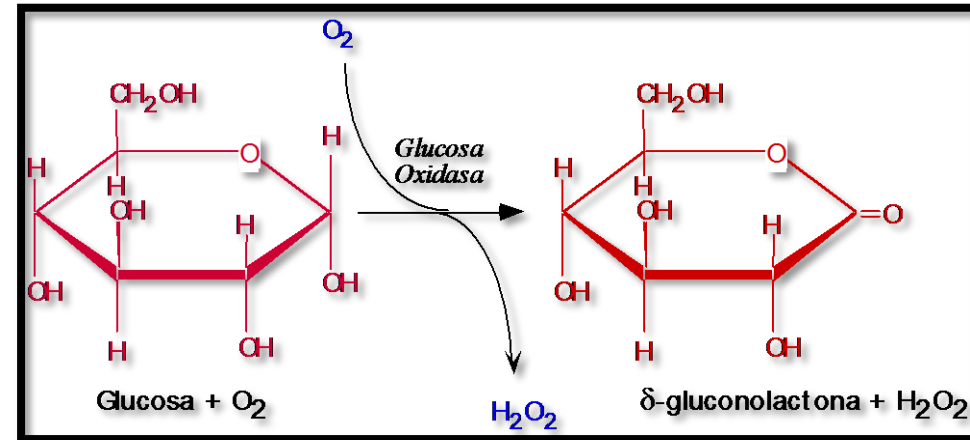
- Síntesis
- Energía
- **Sensores y Biosensores**



Enzimas



➤ Glucosa Oxidasa

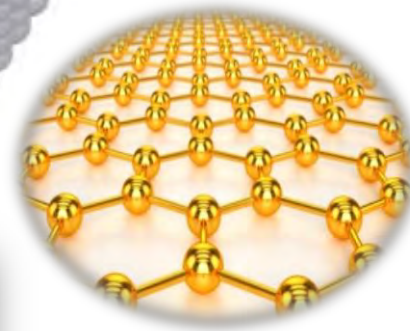
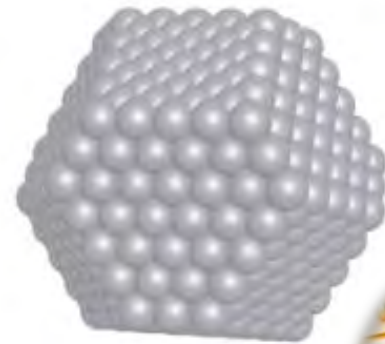


Utilización de Nanopartículas

Mayor área superficial – mejor soporte
Reacciones catalíticas más eficientes

Materiales usuales Pt, Au

→ Materiales ferríticos



Objetivos

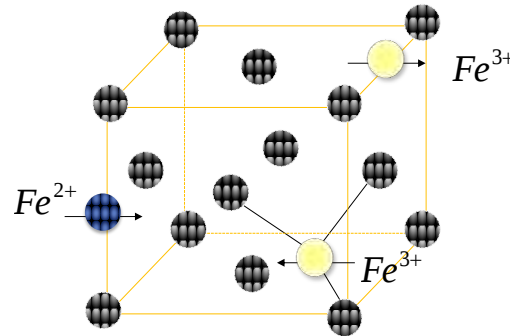
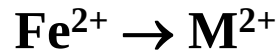
● General

- Desarrollo de nuevos **biosensores** electroquímicos a base de enzimas que incluyan nanopartículas de **ferritas** con diferente catión (Fe, Co y Ni) para intentar elucidar el posible **mecanismo catalítico** en los analitos a estudiar.

● Específicos

- Síntesis de nanopartículas magnéticas con diferentes cationes en los composites, con características similares.
- Desarrollo de **sensor** para H_2O_2 .
- Inmovilización de enzimas en los sistemas.
- Aplicación de los materiales como **biosensores**.
- Estudio de reducción de oxígeno.

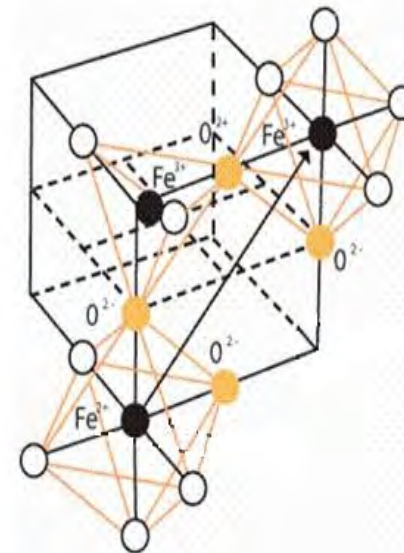
Ferritas



- **Estructura tipo espinela**
 - 32 átomos de O^{2-}
 - 8 átomos de Fe^{3+} , posición tetraédrica con O^{2-}
 - 16 átomos de M^{2+} , posición octaédrica con O^{2-}

Métodos de Síntesis

- Co-precipitación
- Descomposición térmica
- Sol-gel
- Microemulsión Inversa
- Pirólisis y spray de laser
- **Electroquímica**



Síntesis Electroquímica

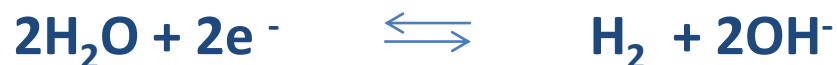
Aplicación de corriente a electrodos metálicos

Mecanismo de Síntesis

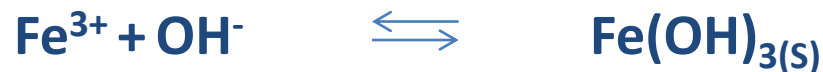
ÁNODO



CÁTODO



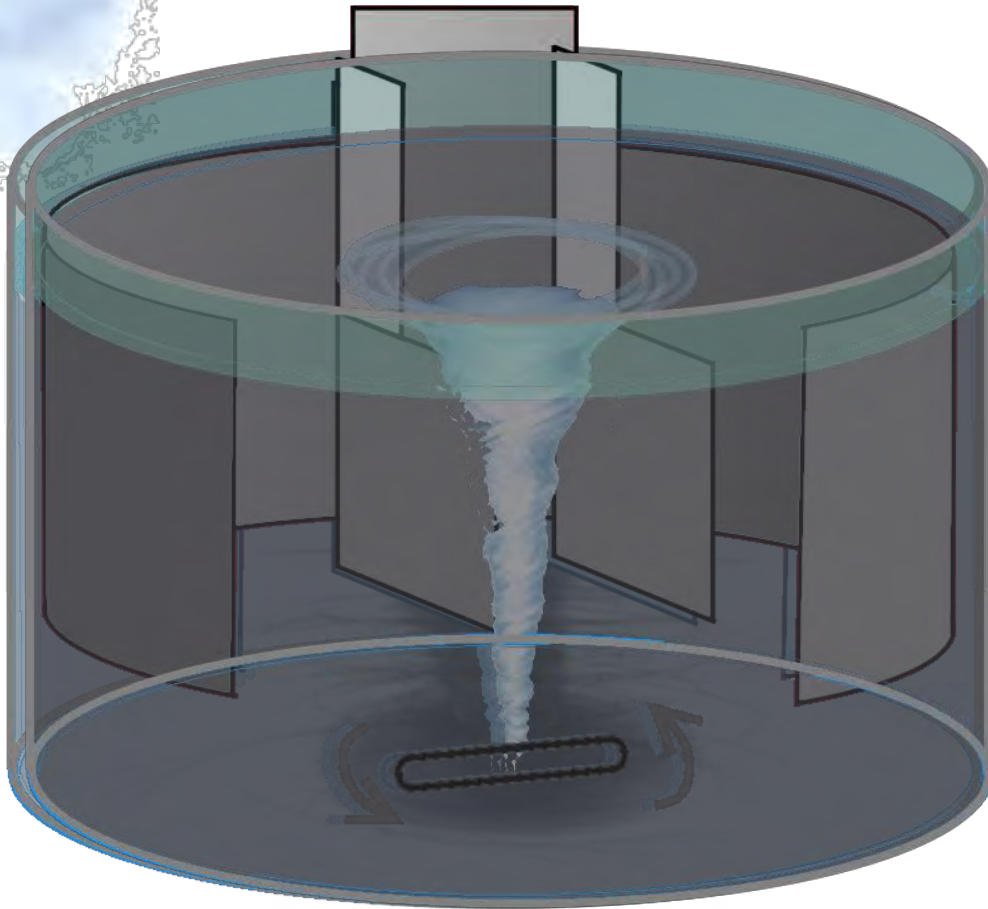
MEDIO



CÁTODO



Metodología



Caracterización

-ICP

-TEM

-XRD

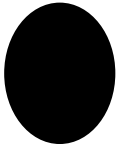
-TGA

-VC

-Amperometría

-RDE

Preparación de los electrodos

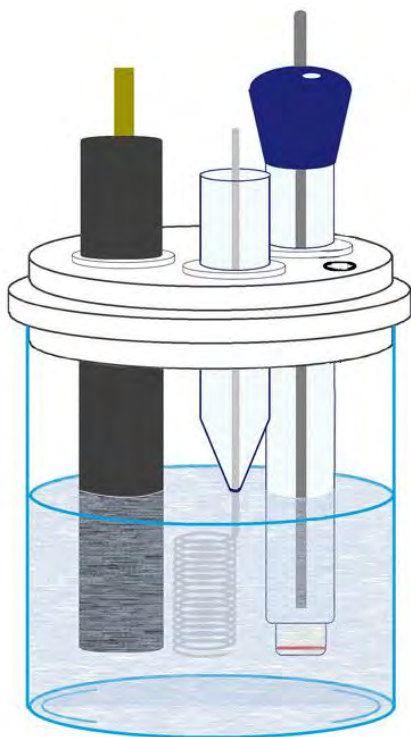

Carbón Vulcan


Ferrita

1 mg/mL en
Agua-
Isopropanol
1:4



- 15 min
sonicado
+ 5 uL Nafion
- 20 min
sonicado

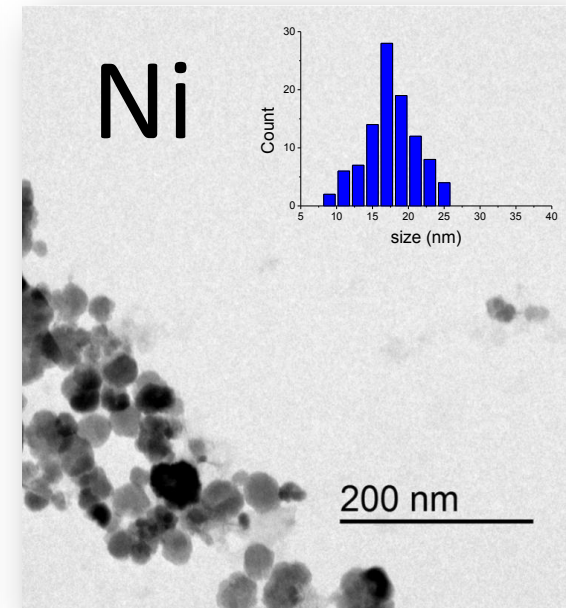
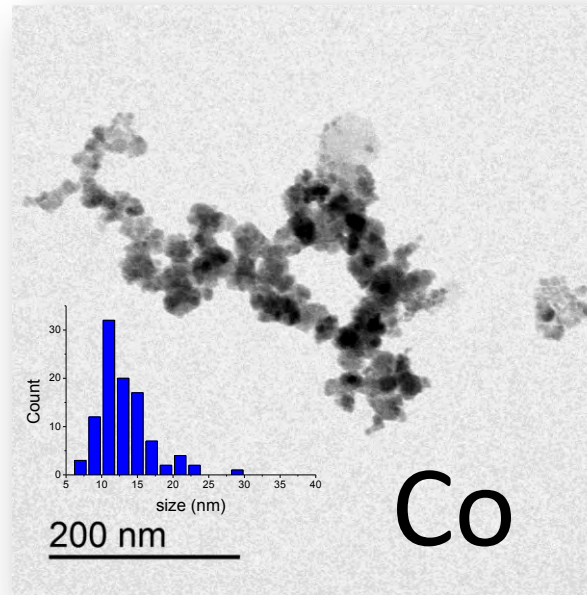
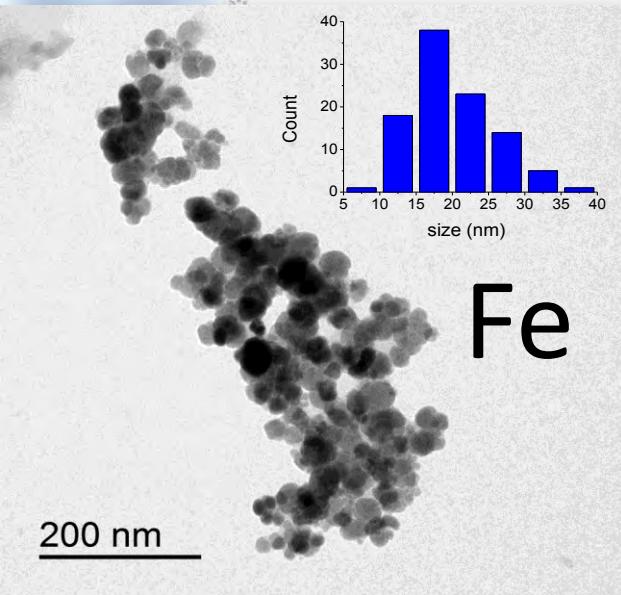


Amperometría

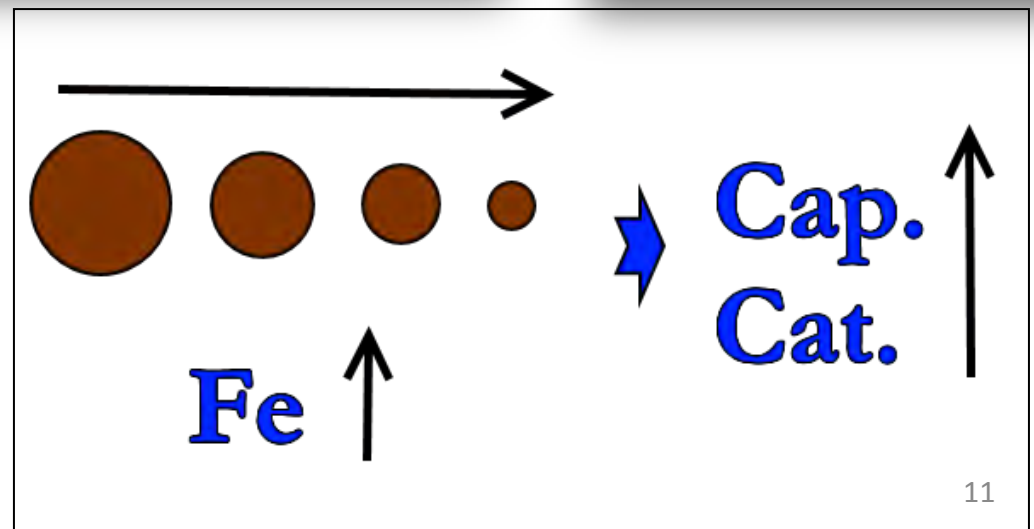
- Volumen de depósito
- Potencial de trabajo
- pH
- Temperatura

Tamaño medido

Imágenes de TEM de las ferritas



CATÁLISIS
Fe > Co > Ni



Parámetros analizados

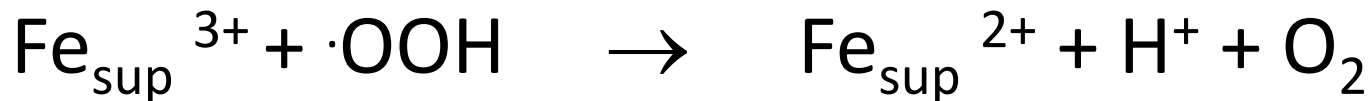
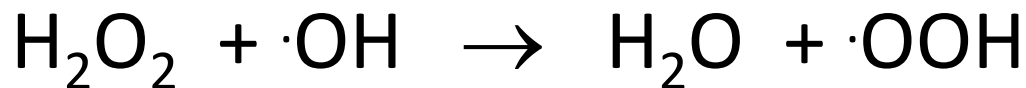
Muestra	Fórmula	Rel. $M^{2+}:Fe^{3+}$	Tamaño /nm	Tamaño de cristal / nm
Magnetita	Fe_3O_4	1:2	20 ± 6	20 ± 2

Ferrita de Cobalto $Co_{0,83}Fe_{2,17}O_4$ 1:2,6 13 ± 4 11 ± 2

Ferrita de Níquel	$Ni_{1,03}Fe_{1,979}O_4$	1:2	18 ± 4	16 ± 5
-------------------	--------------------------	-----	------------	------------

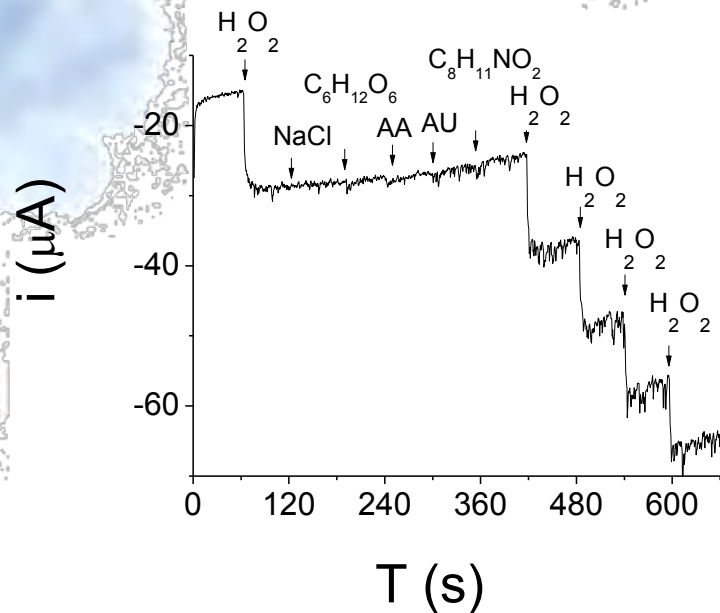
Metal (M^{2+})	Sensibilidad / $\mu A/M$			R^2	LD / M	RSD / %
Fe	4,00E+04	±	1,65E+03	0,9932	7,3E-06	4,13
Co	7,03E+03	±	1,23E+03	0,9404	1,4E-05	17,50
Ni	5,23E+03	±	5,75E+02	0,9761	9,2E-06	10,99

Mecanismo de reducción de H_2O_2



Mayor E para $\text{Co}^{2+} \rightarrow \text{Co}^{3+}$
Mucho mayor para $\text{Ni}^{2+} \rightarrow \text{Ni}^{3+}$

Interferentes y sensor



Cronoamperometría electrodo de magnetita-carbono vulcan.

- Interferentes sin señal significativa.
- Muestra real limpiador de lentillas (**3% H_2O_2**). **2,93%** con los electrodos de ferrita.

- Estabilidad

El electrodo puede ser utilizado **hasta 5 veces** sin perder sensibilidad. Después de un mes, conserva un 88 % de su capacidad

Espectroscopía de Impedancia Electroquímica

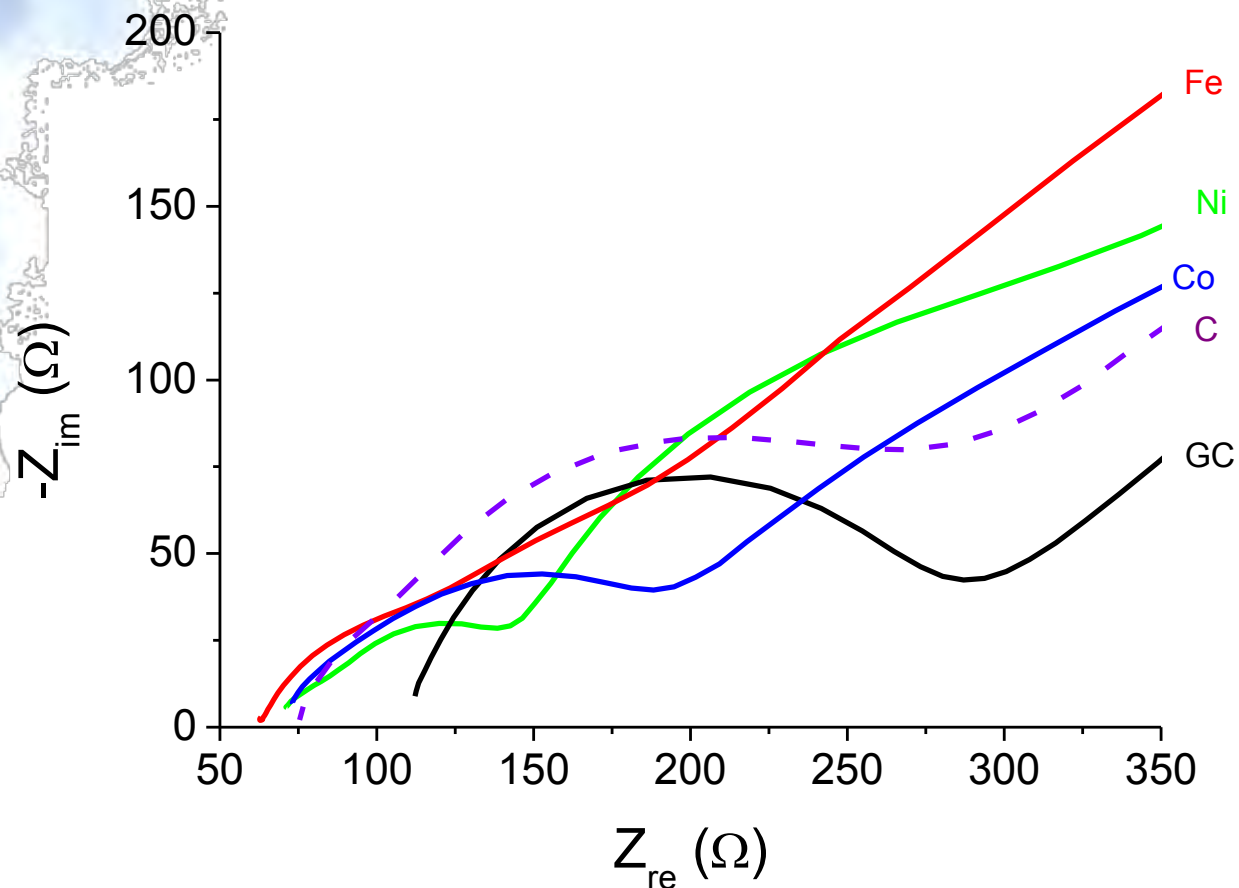
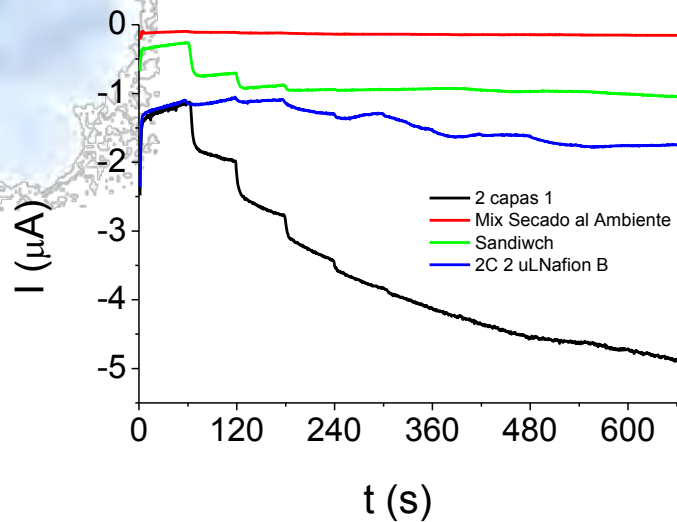


Diagrama de Nyquist para electrodos de carbono y modificados con ferritas

Ensayos con Glucosa Oxidasa



Cronoamperometría con electrodo de magnetita-C-GOx

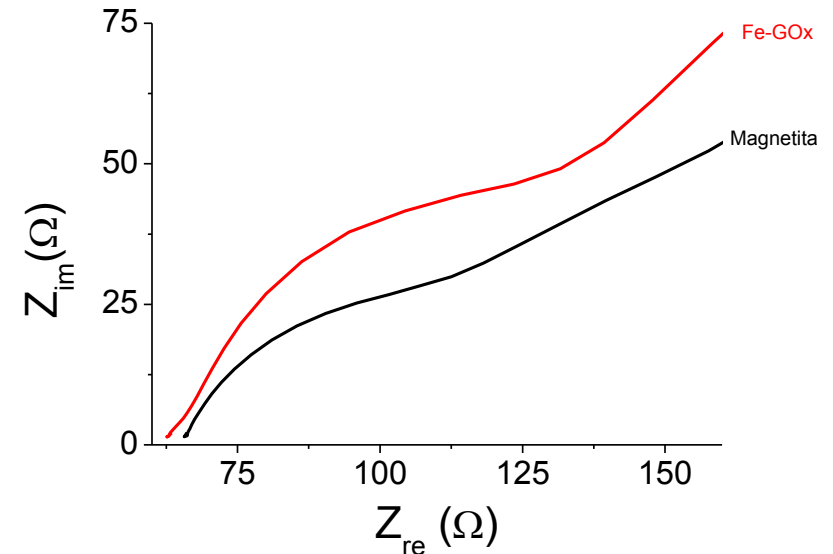
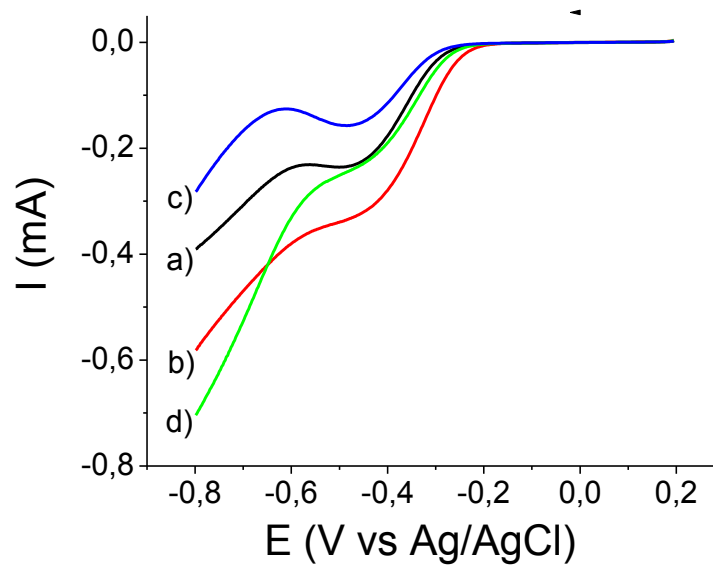


Diagrama de Nyquist para electrodo magnetita-C y Magnetita-C-GOx

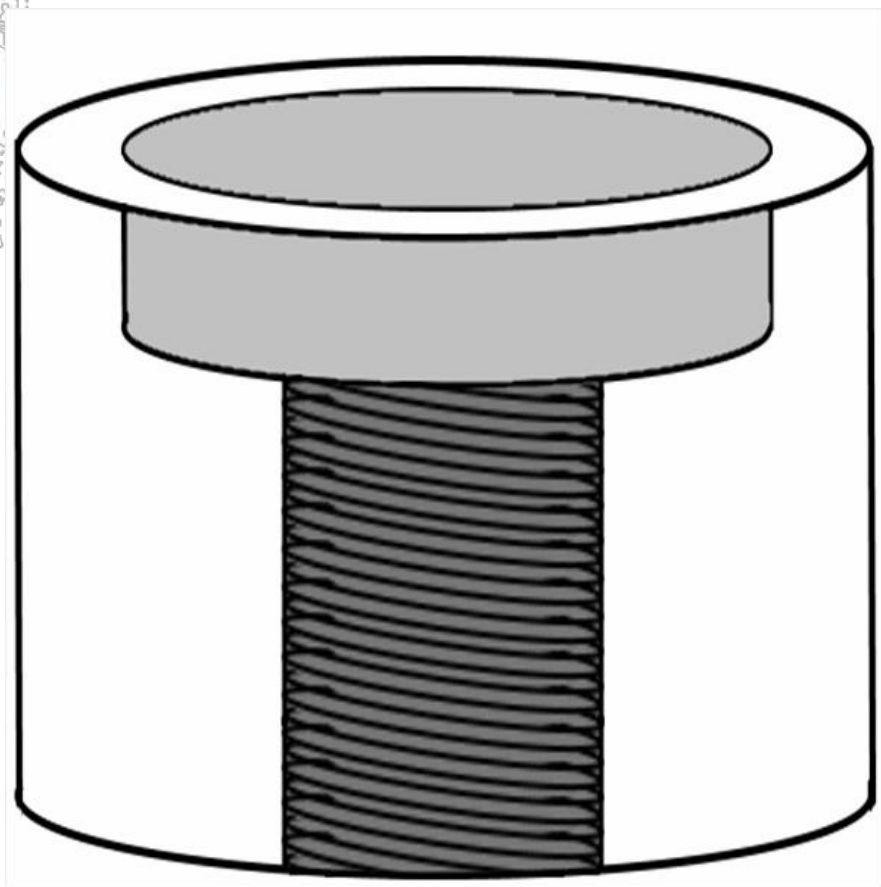
EDR



EDR
a) carbono
b) Magnetita
c) ferrita de cobalto
d) ferrita de níquel

Electrodos magnéticos

Esquema de preparación de electrodos



Parámetros analíticos de los electrodos para H_2O_2

Sensibilidad / $\mu\text{A}/\text{M}$		LD / M	RSD / %
2,4E+04	$\pm$ 1,49E+03	1,8E-05	6,2

Estabilidad

El electrodo puede ser utilizado hasta **5 veces** sin perder sensibilidad. Después de **un mes**, conserva íntegramente de su capacidad.

Trabajo futuro

- Mejorar la inmovilización de Glucosa Oxidasa (sensor)
 - Métodos físicos: Adsorción, atrapamiento.
 - Métodos Químicos: Enlaces covalentes a NP.
 - Utilización de electrodos magnéticos
- Tratamiento de datos ORR y EIS.