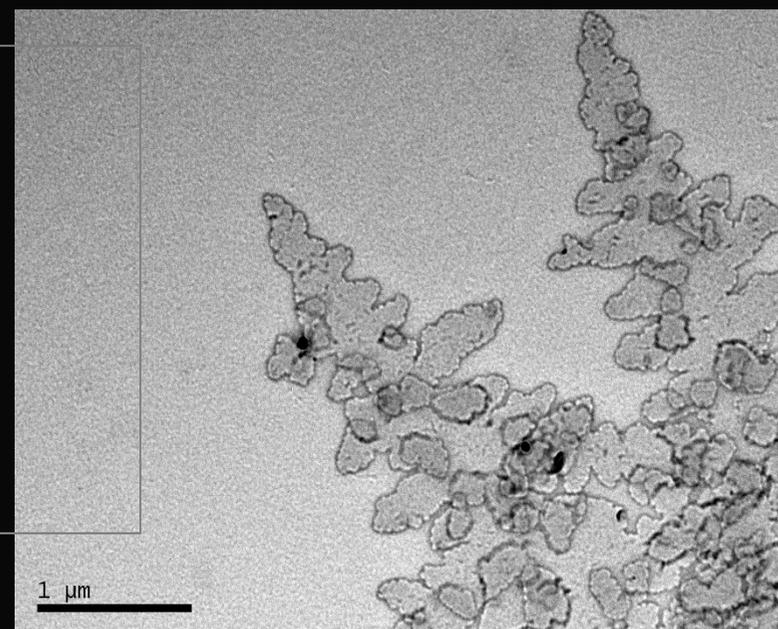


Aplicaciones de la microscopia electrónica en estructura de la materia.

Dra. Virginia Souza-Egipsy Sánchez

Instituto Estructura de la Materia- CSIC
C/ Serrano 113 dpdo
28006 Madrid
Grupo Biofísica de Sistemas Macromoleculares (BIOPHYM)

Email: Virginia.Souza-Egipsy@csic.es



**DEPARTAMENTO DE
FÍSICA MACROMOLECULAR**



¿Qué es TEM?

¿Qué tipo de resultados podemos obtener?

¿Qué tipos de microscopios electrónicos podemos utilizar?

¿Qué estudios realizamos?

¿Qué más podemos aprender?

¿Qué es TEM?

Limitaciones:

La información espacial es local del tamaño del haz de electrones. 10nm-4Å

Las muestras deben ser finas y pequeñas. 3mm diámetro 100nm grosor.

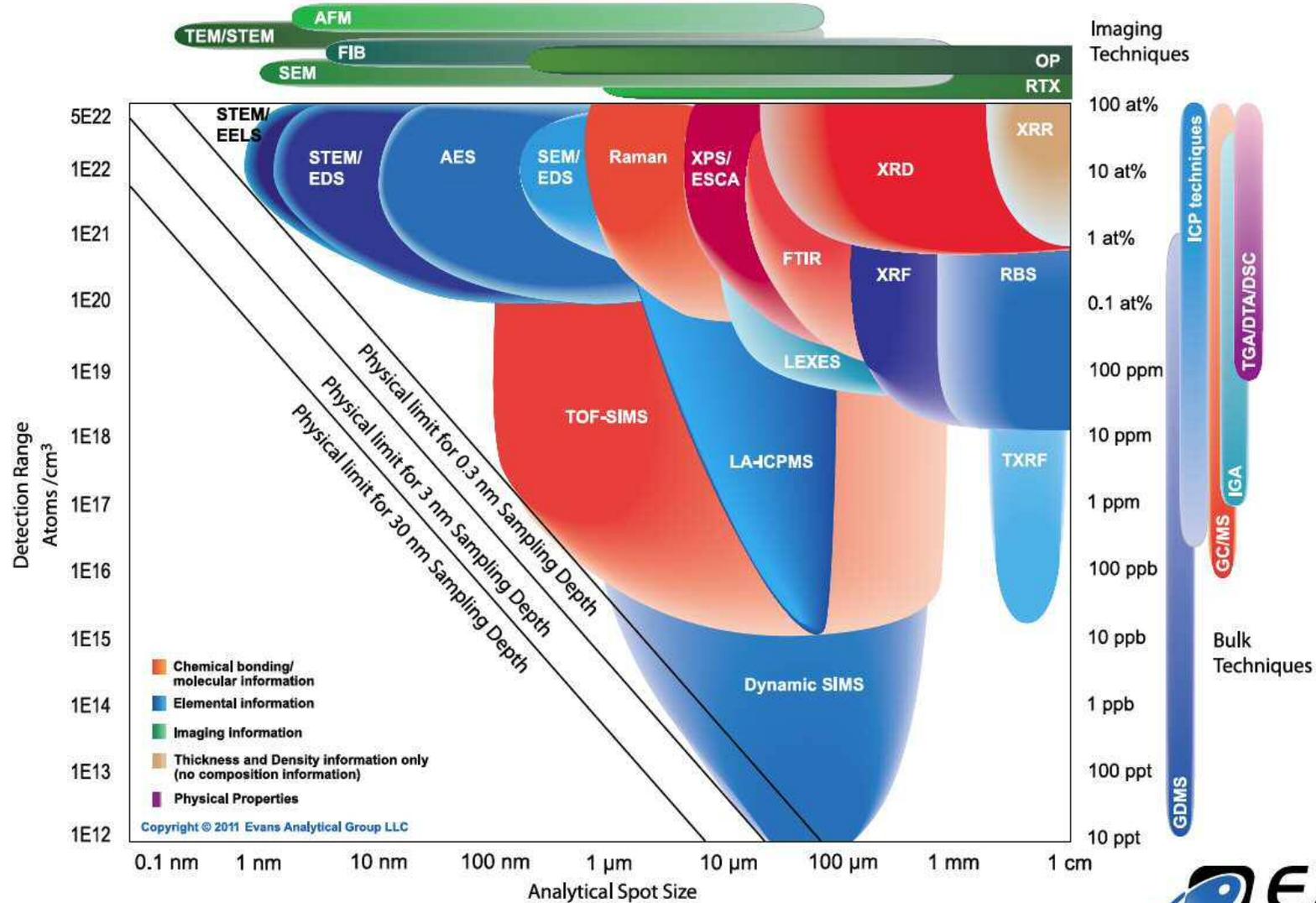
Dificultad en la cuantificación.

Algunos materiales son sensibles al haz electrónico o se altera su estructura.

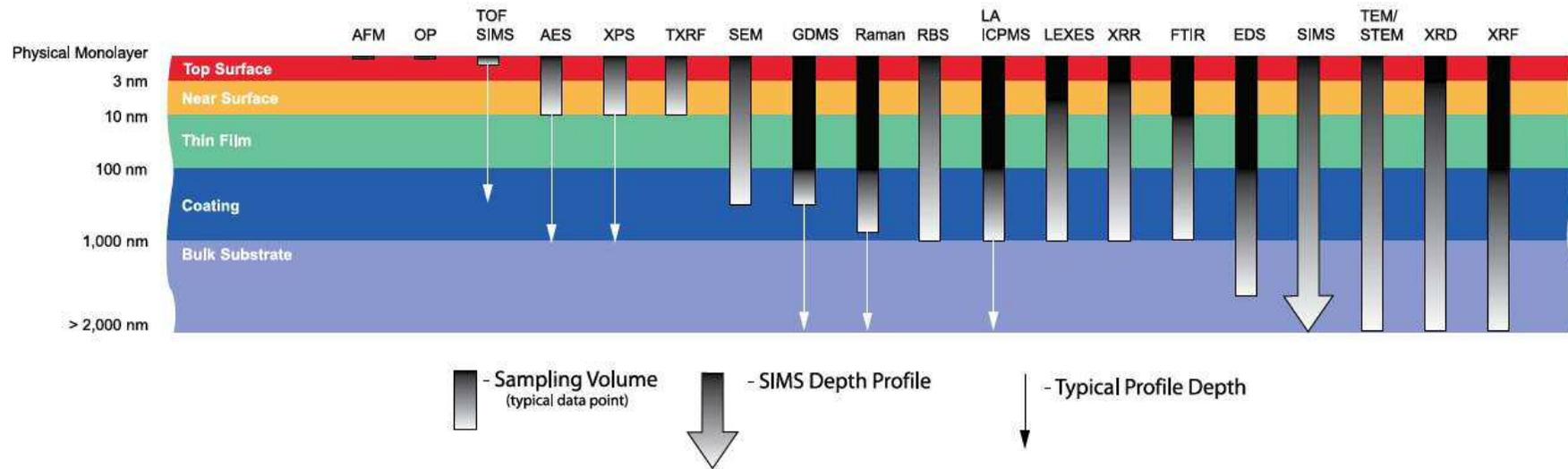
Ver Video:
Transmission electron microscope
Atomic force microscope

Analytical Resolution versus Detection Limit

The EAGLABSSM Bubble Chart



Typical Analysis Depths for Techniques



¿Qué tipo de resultados podemos obtener?

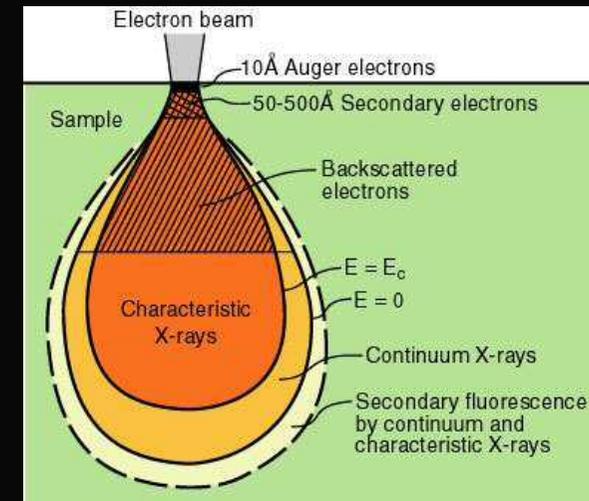
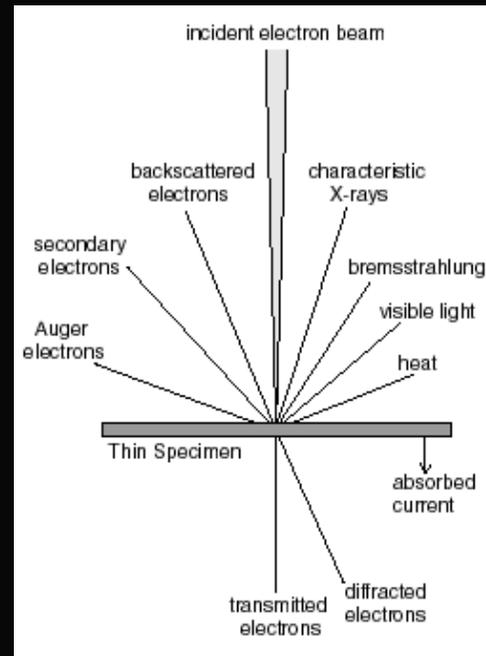
Modos de trabajo:

imagen transmitida

difracción

imagen barrido

espectroscopia



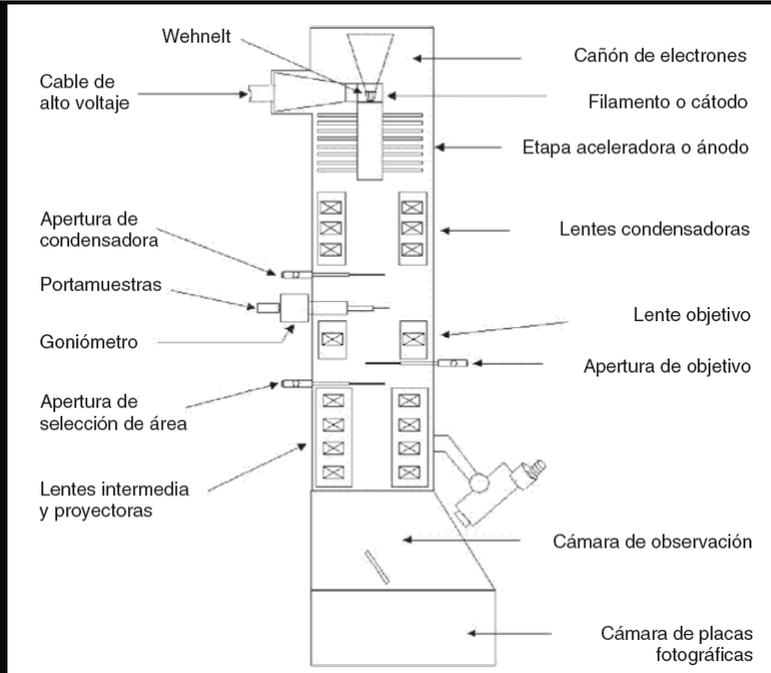
Mecanismos de imagen de contraste:

Contraste por diferencias en el grosor o la densidad del material observado

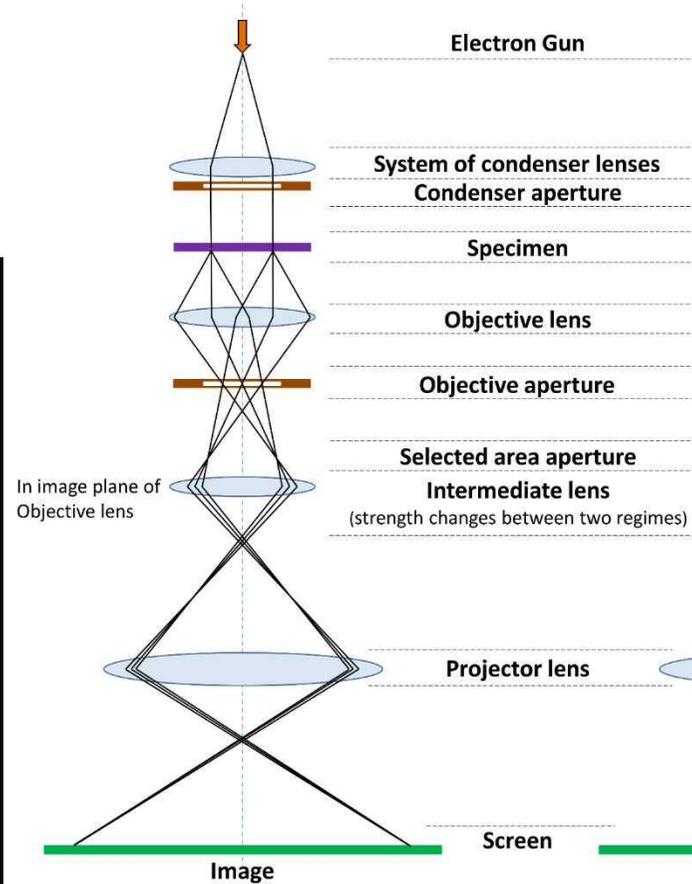
Contraste por la estructura cristalina o la orientación

Contraste por diferencias en el número atómico del material

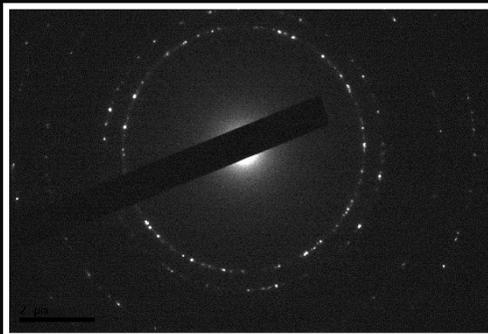
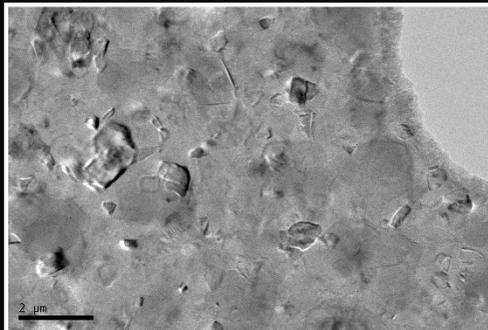
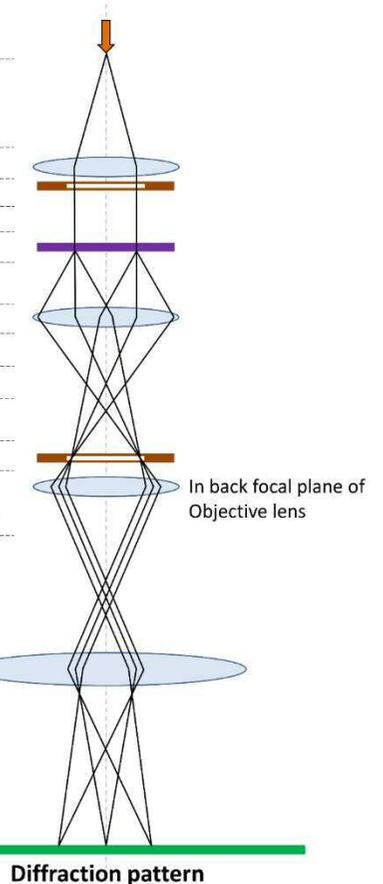
Contraste de fase por la pérdida de energía de los electrones



Imaging mode



Diffraction mode



Tipos de detectores STEM

Dark field anular,

Bright field

HAADF

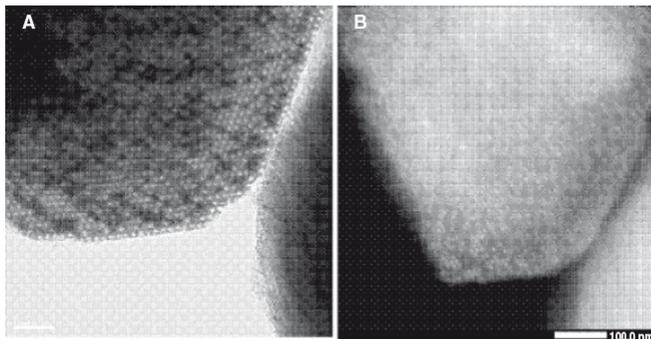
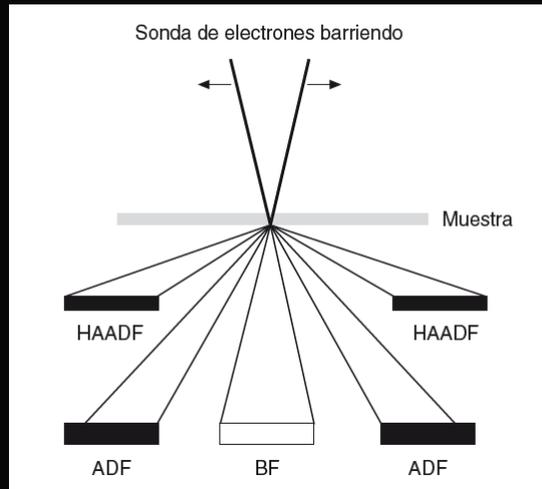


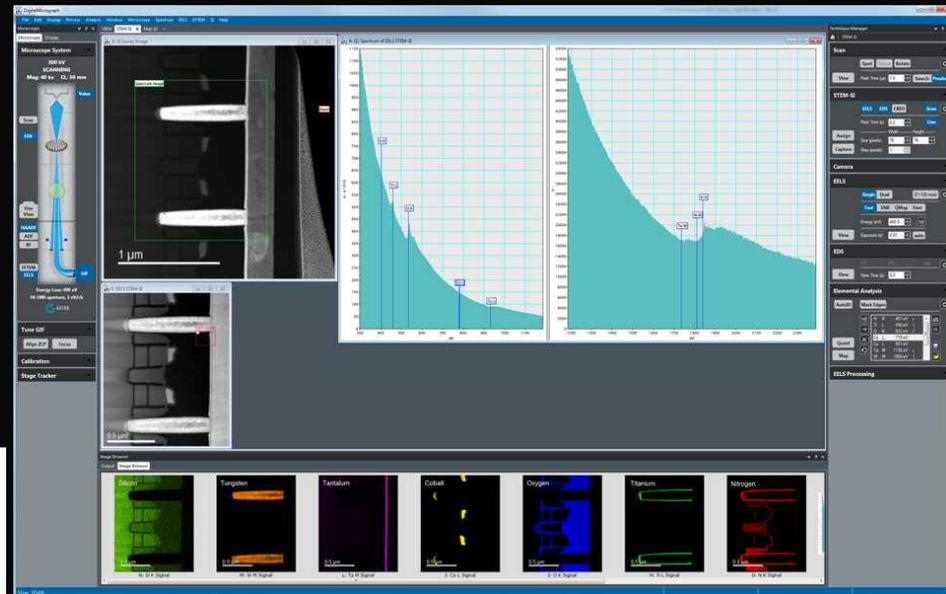
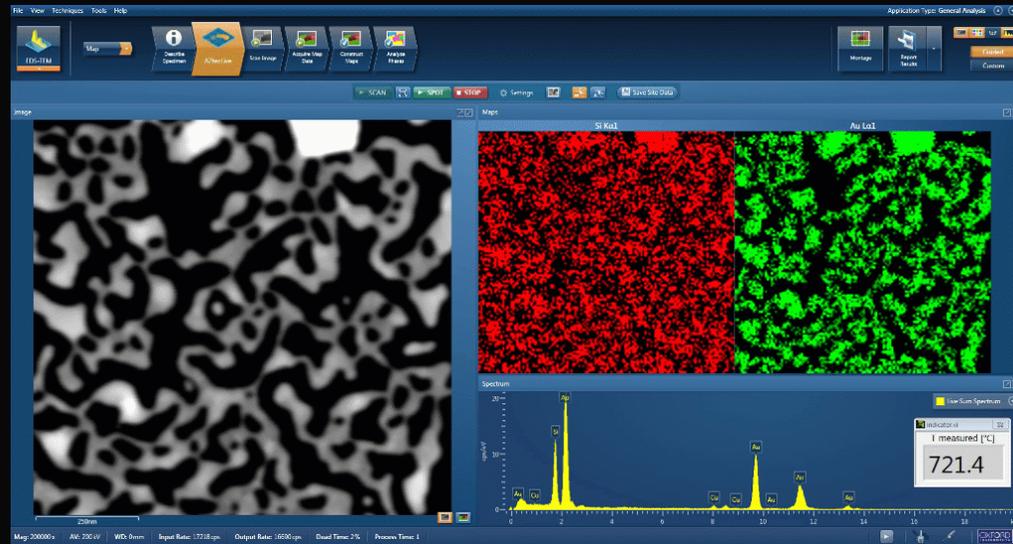
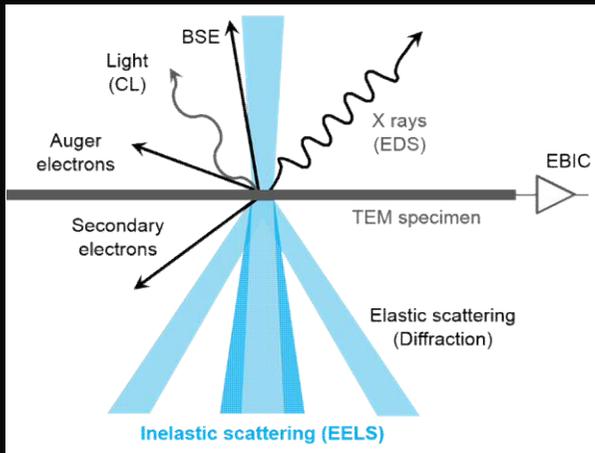
Figura 13.14. *a)* Imagen TEM BF del catalizador SBA15 con partículas de Co y *b)* micrografía STEM-HAADF de la misma zona.



Combinación con técnicas analíticas:

EDS

EELS

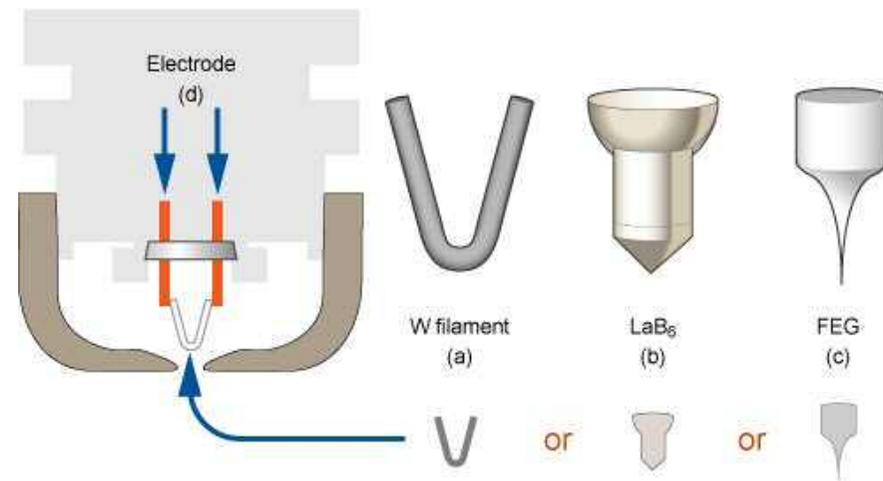


¿Qué tipos de microscopios electrónicos podemos utilizar?

TABLA 13.1. LONGITUDES DE ONDA DEL ELECTRÓN CUANDO ESTÁ SOMETIDO A DIFERENTES VOLTAJES DE ACELERACIÓN

| kV | 100 | 200 | 300 | 400 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| λ (Å) | 0,0370 | 0,0251 | 0,0197 | 0,0164 |

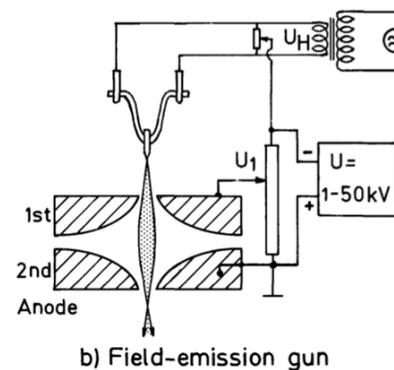
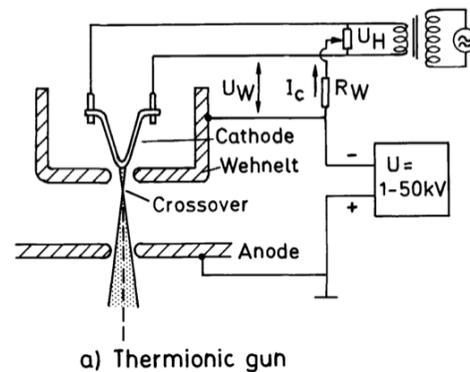
- Tungsten
 - Wire filament
- Lab6
 - Lanthanum hexaboride crystal
- Field Emission Gun
 - Tungsten tip
 - Thermionic (Schotkky) and Cold



Comparing the Electron Sources

TABLE 5.1 Characteristics of the Principal Electron Sources

| | Units | Tungsten | LaB ₆ | Schottky FEG | Cold FEG |
|-----------------------------|---------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|-----------|
| Work function, Φ | eV | 4.5 | 2.4 | 3.0 | 4.5 |
| Richardson's constant | A/m ² K ² | 6×10^9 | 4×10^9 | | |
| Operating temperature | K | 2700 | 1700 | 1700 | 300 |
| Current density (at 100 kV) | A/m ² | 5 | 10^2 | 10^5 | 10^6 |
| Crossover size | nm | $> 10^5$ | 10^4 | 15 | 3 |
| Brightness (at 100 kV) | A/m ² sr | 10^{10} | 5×10^{11} | 5×10^{12} | 10^{13} |
| Energy spread (at 100 kV) | eV | 3 | 1.5 | 0.7 | 0.3 |
| Emission current stability | %/hr | <1 | <1 | <1 | 5 |
| Vacuum | Pa | 10^{-2} | 10^{-4} | 10^{-6} | 10^{-9} |
| Lifetime | hr | 100 | 1000 | >5000 | >5000 |



Otros equipamientos:

CRIOTEM

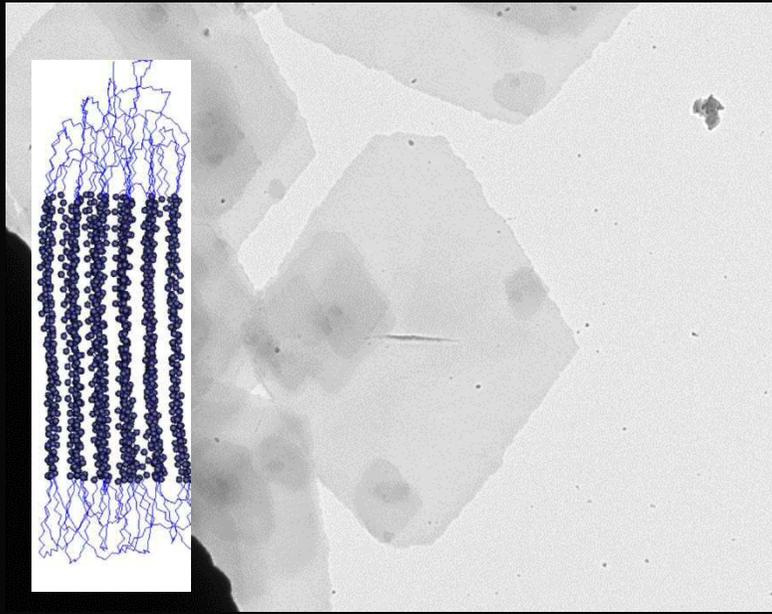
LV STEM

In situ/ environmental STEM

STEM Tomography

Aberration corrected TEM

¿Qué estudios realizamos?



JOURNAL OF Polymer Physics
POLYMER SCIENCE

WWW.POLYMERPHYSICS.ORG

FULL PAPER

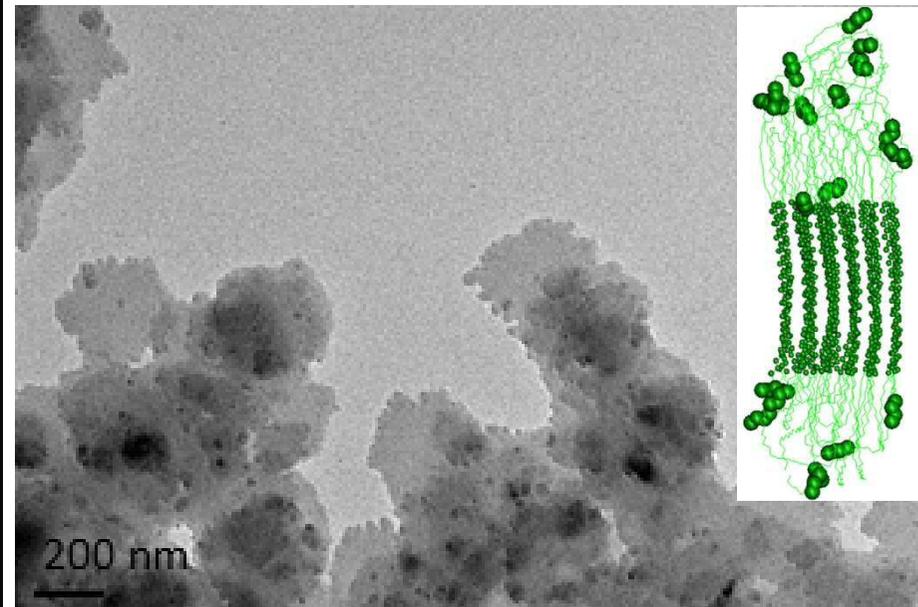
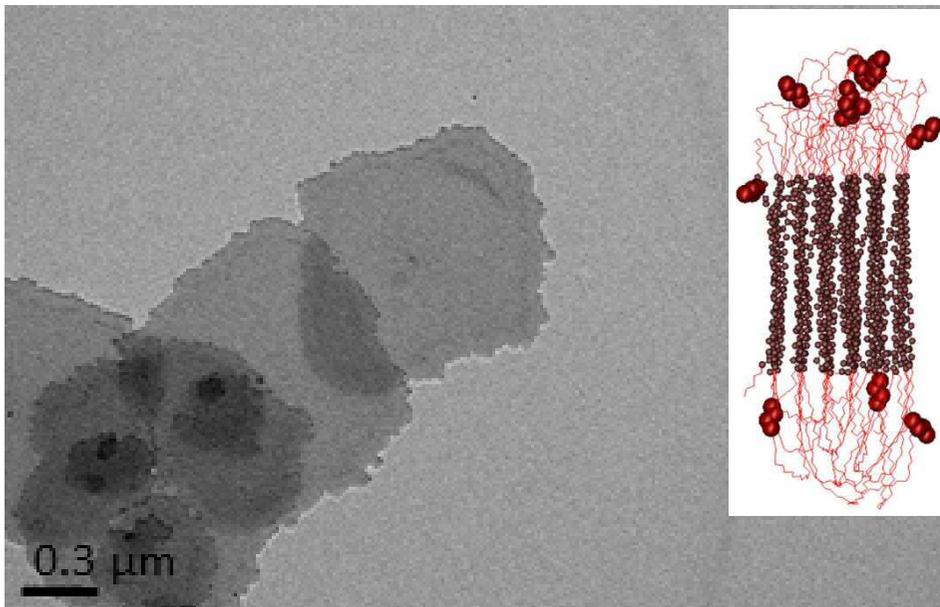
The Influence of Short-Chain Branching on the Morphology and Structure of Polyethylene Single Crystals

Juan F. Vega,¹ Nathalie Jargour,^{1,2,3} Rafael Núñez-Ramírez,¹ Guoming Liu,⁴ Dujin Wang,⁴ Mariselis Trujillo,³ Alejandro J. Müller,^{2,5,6} Javier Martínez-Salazar¹

¹BIOPHYM, Departamento de Física Macromolecular, Instituto de Estructura de la Materia, IEM-CSIC, Madrid 28006, Spain
²Grupo de Polímeros USB, Departamento de Ciencia de los Materiales, Universidad Simón Bolívar, Caracas 1080-A, Venezuela
³Grupo de Polímeros USB, Departamento de Mecánica, Universidad Simón Bolívar, Caracas 1080-A, Venezuela
⁴Beijing National Laboratory for Molecular Sciences, Key Laboratory of Engineering Plastics, Institute of Chemistry Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China
⁵POLYMAT and Polymer Science and Technology Department, Faculty of Chemistry, University of the Basque Country UPV/EHU, Paseo Manuel de Lardizabal 3, Donostia-San Sebastián 20018, Spain
⁶Basque Foundation for Science, IKERBASQUE, Bilbao, Spain
Correspondence to: J. F. Vega (E-mail: jf.vega@csic.es)

Received 7 May 2015; accepted 31 August 2015; published online 5 October 2015
DOI: 10.1002/polb.23910

1 μm



Structural Insights on the Plant Salt-Overly-Sensitive 1 (SOS1) Na⁺/H⁺ Antiporter

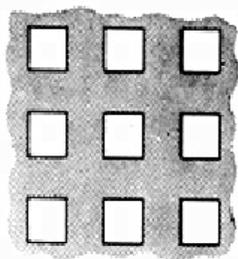
Rafael Núñez-Ramírez¹, María José Sánchez-Barrena², Irene Villalta³, Juan F. Vega¹, Jose M. Pardo³, Francisco J. Quintero³, Javier Martínez-Salazar¹ and Armando Albert²

1 - BIOPHYM, Departamento de Física Macromolecular, Instituto de Estructura de la Materia, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Serrano 113bis, Madrid E-28006, Spain

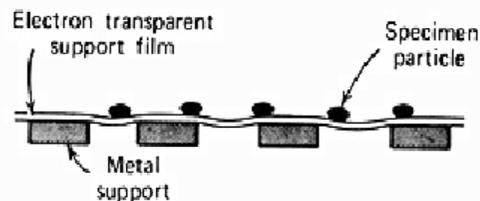
2 - Departamento de Cristalografía y Biología Estructural, Instituto de Química Física "Rocasolano", Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Serrano 119, Madrid E-28006, Spain

3 - Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Reina Mercedes 10, Sevilla E-41012, Spain

Correspondence to María José Sánchez-Barrena and Armando Albert: xmjose@iqfr.csic.es; xalbert@iqfr.csic.es
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jmb.2012.09.015>
 Edited by J. Johnson

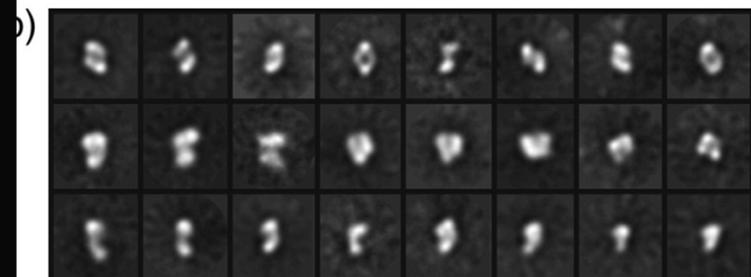
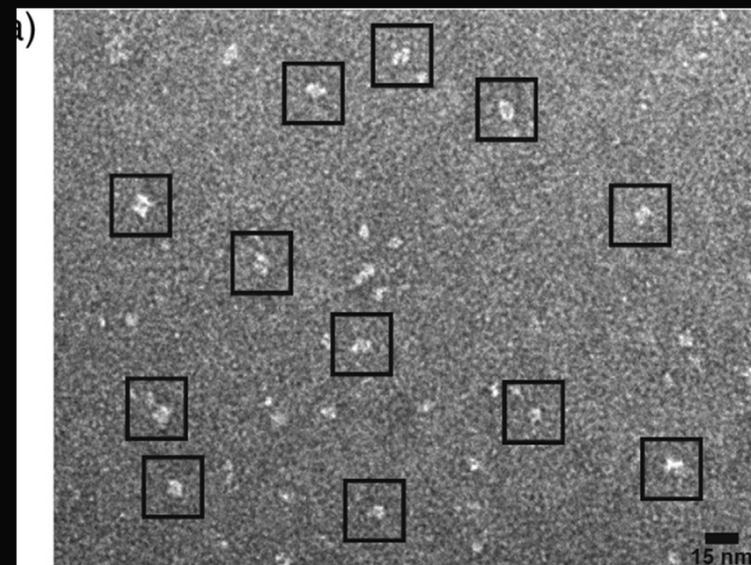


(a)

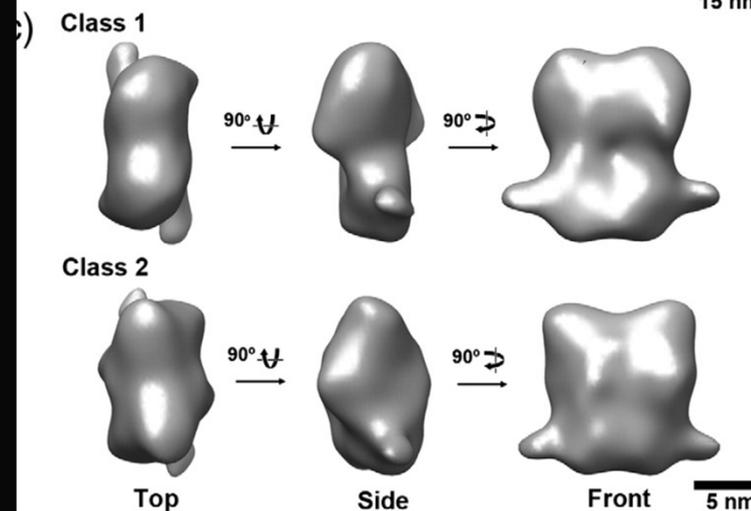


(b)

Se asume una estructura, se simula la imagen y se observa cómo se ajusta a la imagen experimental, de forma que modificando la estructura original propuesta y repitiendo el proceso se puede llegar a un fino ajuste de la estructura a partir de la comparación de imágenes simuladas y experimentales



15 nm



5 nm

¿Qué más podemos aprender?

