



UDELAR
FQ
FACULTAD DE QUÍMICA

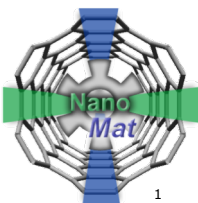
Microscopia Electrónica



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
LIBRERÍA

TEM y SEM

Dr. Ricardo Faccio
Centro NanoMat/DETEMA
Facultad de Química
Universidad de la República
rfaccio@fq.edu.uy



1

Junio de 2019

Microscopia Electrónica

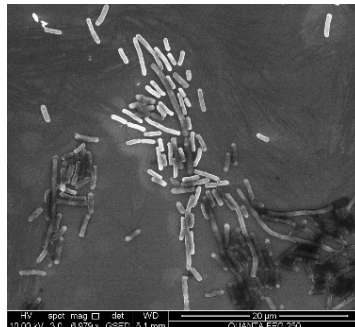


2

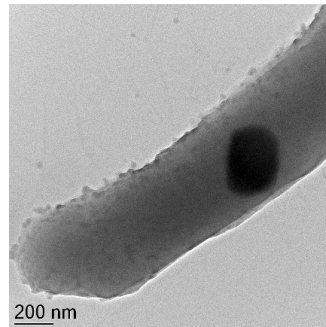
Junio de 2019

4. Microscopía Electrónica

- ▣ Microscopía Electrónica de Barrido (SEM)
- ▣ Microscopía Electrónica de Transmisión (TEM)



Junio de 2019



3

4. Microscopía Electrónica

- ▣ Microscopios de Luz
 - 500 a 1500 X de aumento.
 - Resolución espacial $\sim 0.2 \mu\text{m}$
- ▣ Resolución depende de:
 - Longitud de onda de la Fuente de iluminación.
 - Apertura numérica de la lente



$$d = \frac{0.612\lambda}{NA}$$

Junio de 2019

4

4. Microscopía Electrónica

- ▣ La longitud de Onda de los electrones depende de:

- Masa del electron
- Carga del electrón
- Potencial de aceleración de los electrones (Voltaje)

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mqV}}$$

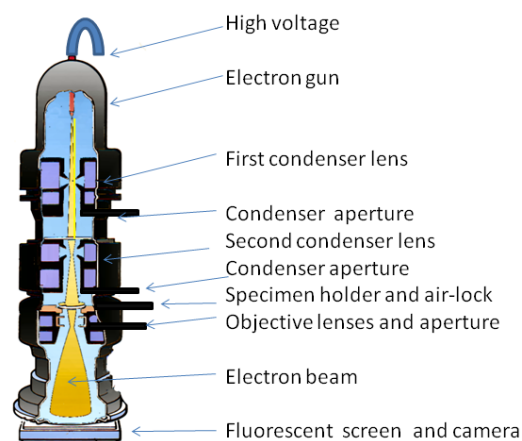
Junio de 2019

5

4. Microscopía Electrónica

- ▣ Microscopio TEM

- Flujo de electrones pasa a través de la muestra.
- Fenómenos de Dispersión.
- Los electrones no dispersados pasan por la muestra y se colectan



Junio de 2019

6

4. Microscopía Electrónica

- TEM
- HRTEM



Grilla de Cobre

Junio de 2019

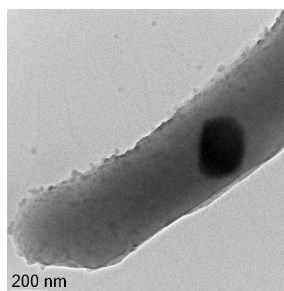
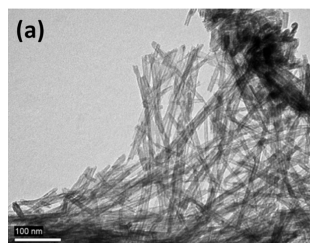


7

4. Microscopía Electrónica

□ Microscopio TEM

- Morfología:
 - Forma, tamaño y agregación de partículas.
- Composición Química:
 - Análisis elemental.
- Estructura Cristalina:
 - Arreglo de átomos
 - Defectos



Junio de 2019

8

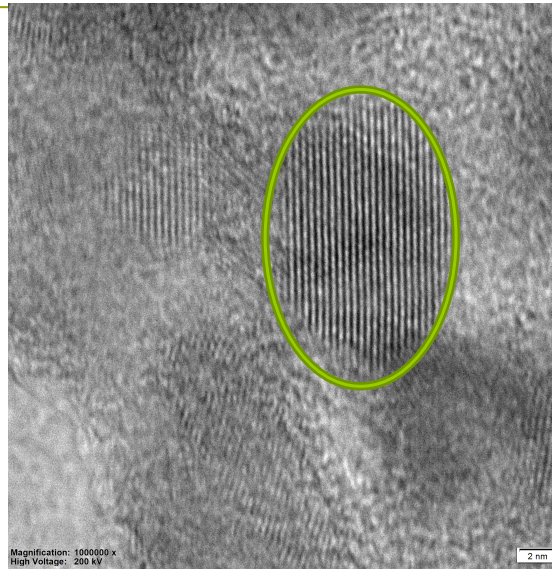
4. Microscopía Electrónica (TEM)

□ Ventajas

- Estudios adicionales como espectrometría de rayos X se pueden realizar.
- Imágenes de alta resolución.
- Reconstrucción de imagen 3D.

□ Desventajas

- Se mide en vacío.
- Muestra resistente al flujo de electrones.
- Procesamiento de muestra

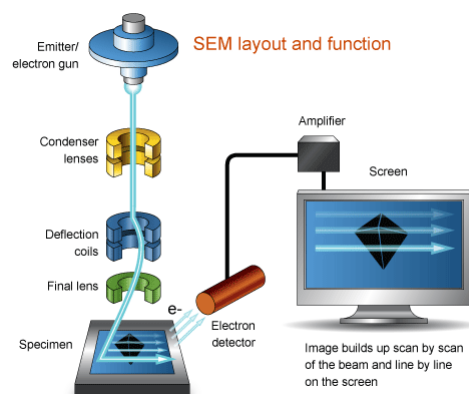


Junio de 2019

4. Microscopía Electrónica

□ Microscopio SEM

- Electrones penetran en la muestra.
- Interacción entre e- y muestra.
- Electrones y fotones se emiten desde la muestra.
- Los electrones emitidos se detectan



http://virtual.itg.uiuc.edu/training/EM_tutorial/

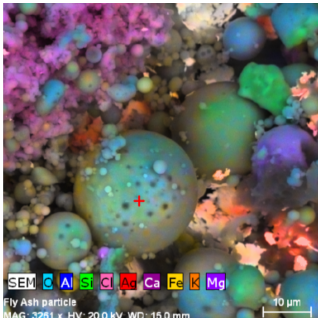
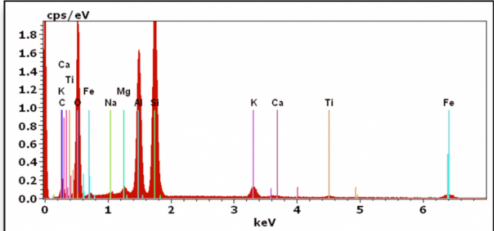
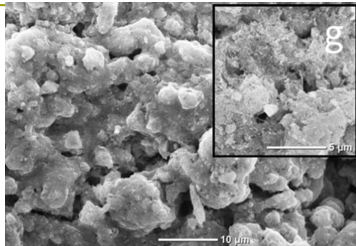
Junio de 2019

10

4. Microscopía Electrónica

Microscopio SEM

- Topografía: Textura y superficie de la muestra.
- Morfología: Forma, tamaño y agregación de partículas.
- Composición Química: Análisis elemental.
- Estructura Cristalina



SEM image of fly ash particles, showing a textured surface. Scale bar: 10 µm. Inset shows a higher magnification view of the particles. Scale bar: 5 µm.

EDS spectrum showing peaks for Ca, Ti, Fe, K, Na, Mg, Al, Si, and C. The x-axis is keV (0 to 7) and the y-axis is cps/eV (0.0 to 1.8).

EDS map of a fly ash particle showing elemental distribution. The map is color-coded: Ca (blue), Al (green), Si (red), Cl (yellow), Ag (cyan), Ca (blue), Fe (magenta), K (orange), and Mg (brown). A red crosshair is visible on the map. The x-axis is 10 µm.

U D E L A R

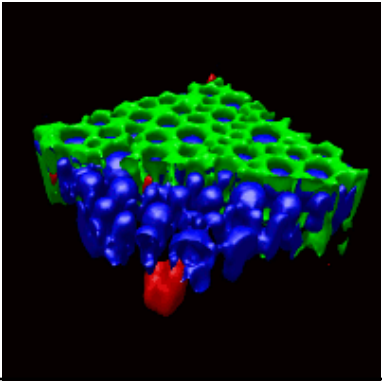


Gracias





Junio de 2019





PCTP
Parque Científico
Tecnológico de Pando



13