



# Comunidad de Laboratorios Compartidos CUDI



## Caracterización MET: El caso de $Nb_{16}W_{18}O_{94}$

Laboratorios



Patricia Santiago

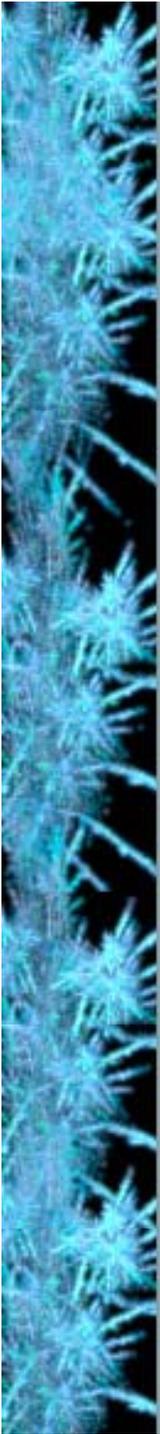


Abril 2009



## Objetivos:

- Promover el desarrollo de Laboratorios de investigación especializados compartidos vía Internet2.
- Promover la creación de redes de investigación nacional e internacional sobre temas multidisciplinarios, compartiendo infraestructura tecnológica y humana usando Internet2
- Promover el entrenamiento de usuarios especializados mediante cursos virtuales en la capacitación de equipo de laboratorio altamente sofisticado proporcionando un conocimiento práctico a distancia en un ambiente de investigación altamente especializado

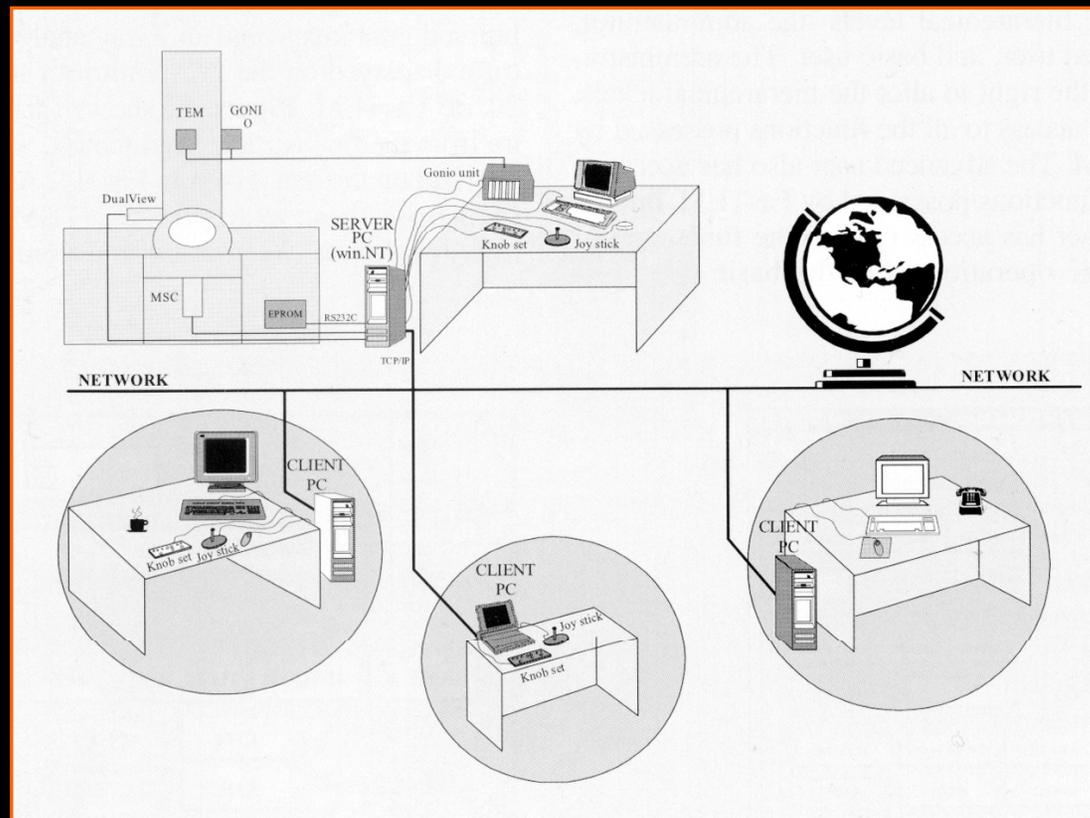


# Visión de la Comunidad de Laboratorios compartidos

- Laboratorios de colaboración 1-1. Aun cuando puede generar redes de investigación que comparten infraestructura técnica y humana; su potencialidad se basa en la manipulación remota vía Internet2 de equipo sofisticado de laboratorio, tanto para investigación como para docencia.
- Generar una GRID de Laboratorios Compartidos.  
Aquí la manipulación remota del equipo pasa a segundo término y se le da mayor énfasis a la formación de una red de laboratorios especializados que atienden a una serie de “Clientes GRID”, los cuales pueden usar uno o varios de los laboratorios del GRID para su investigación. RED VIRTUAL DE LABORATORIOS
- El laboratorio “proveedor de datos” pone los resultados obtenidos en un “reservorio” virtual del GRID para ser recolectados por el “cliente GRID”.

# Visión de la Comunidad de Laboratorios compartidos

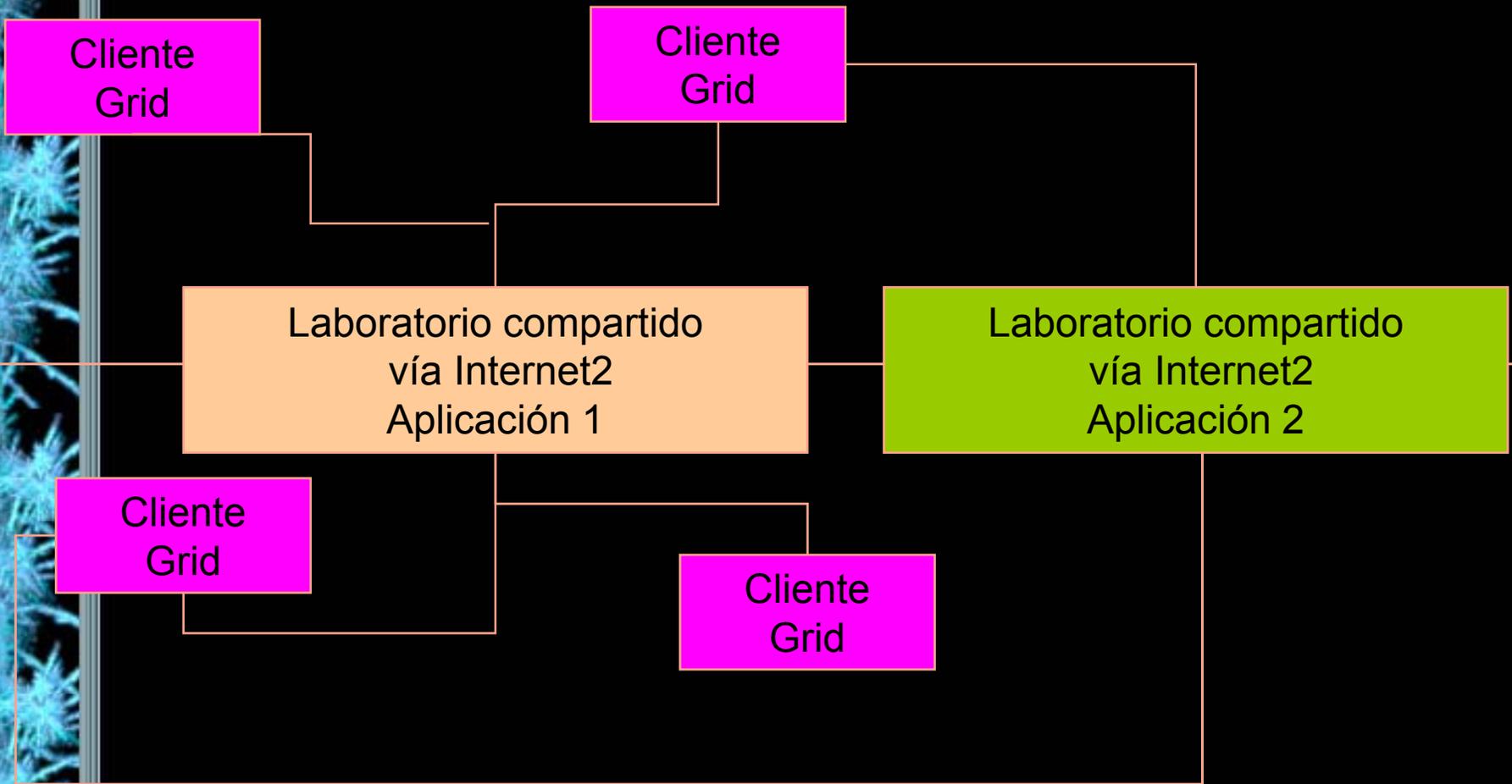
- Laboratorios de colaboración 1-1, donde podemos hacer manipulación remota de equipo a través de una interfase Web desde sitios alejados.



# Ventajas

- El avance en la adquisición y las tecnologías desarrolladas ha permitido aplicarlas en procesos complejos como el control de equipos sofisticados de laboratorio.
- El control Web permite manipular equipo especializado vía remota, facilitando la colaboración en tiempo real.
- EL acceso vía Internet de equipo de laboratorio incrementa las capacitación técnica de los usuarios proporcionando un conocimiento practico a distancia
- Las interfases web permiten 1-1:
  - Adquisición de datos
  - Soporte técnico interactivo
  - Despliegue y análisis de resultados
  - Colaboración con usuarios de otras instituciones
  - Entrenamiento especializado de usuarios en un ambiente de investigación altamente especializado.
  - **CONFIDENCIALIDAD**

# Concepción de Comunidad de Laboratorios compartidos para formar un GRID

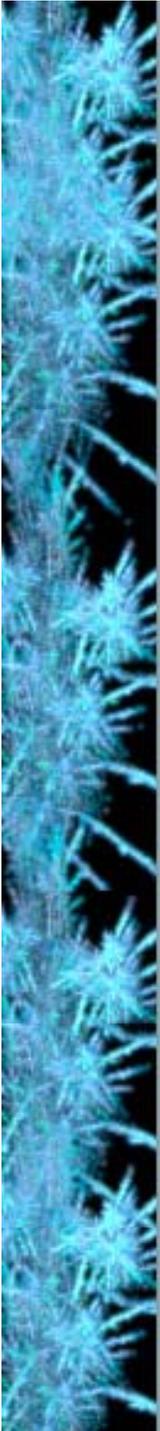


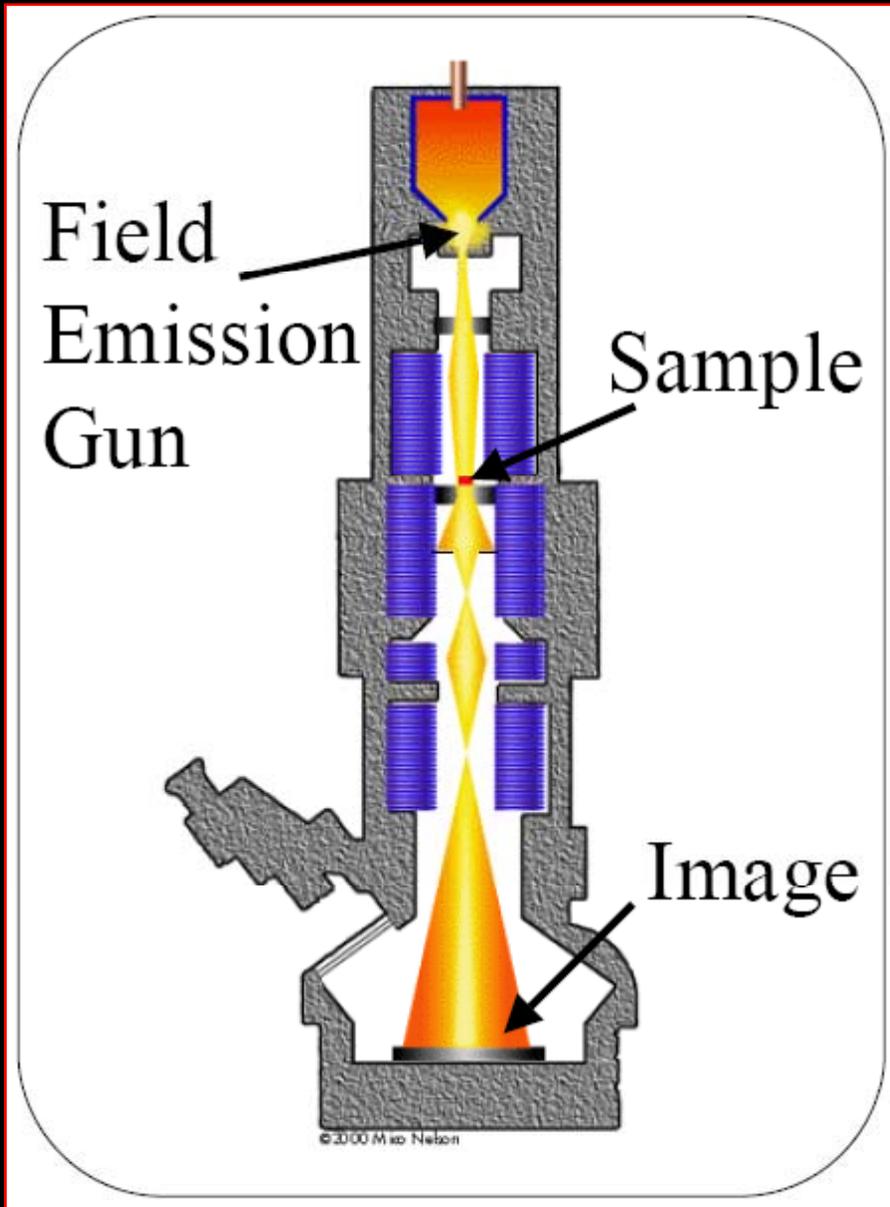


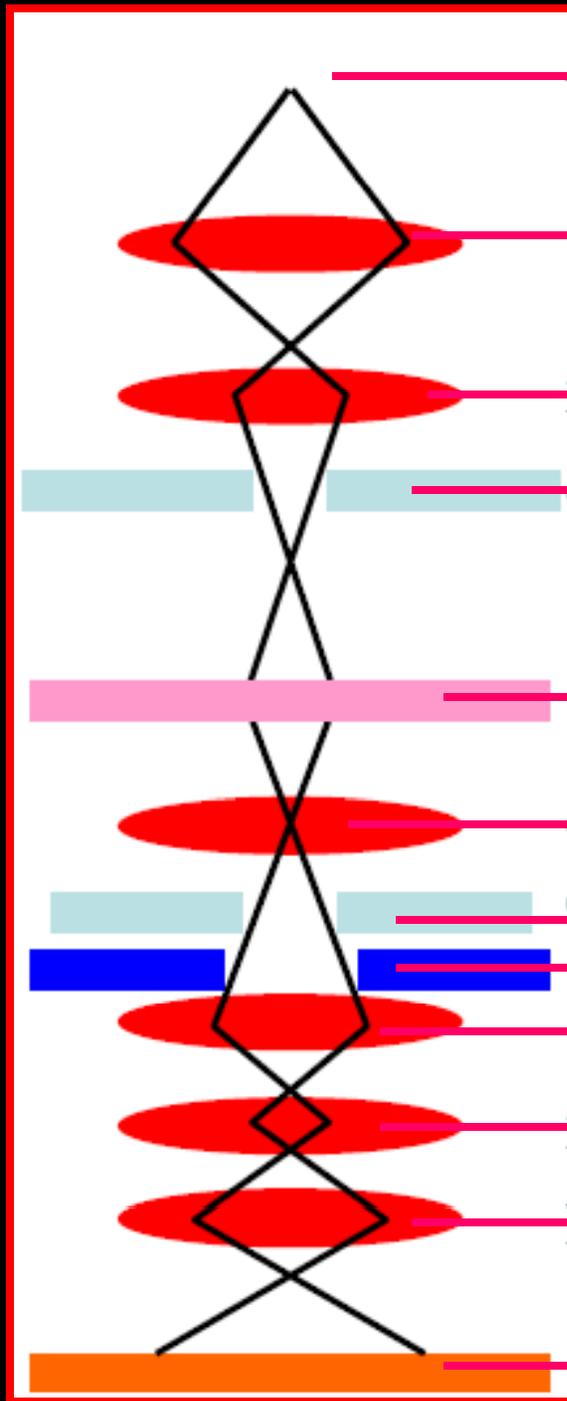
Primer laboratorio en México que ha sido compartido vía Internet2 mediante una colaboración virtual



Primer laboratorio en México que ha sido compartido vía Internet2 mediante una colaboración virtual







Fuente Virtual

Primera lente Condensadora

Segunda lente Condensadora

Apertura Condensadora

Muestra

Lente Objetiva

Apertura Objetiva

Apertura de área selecta

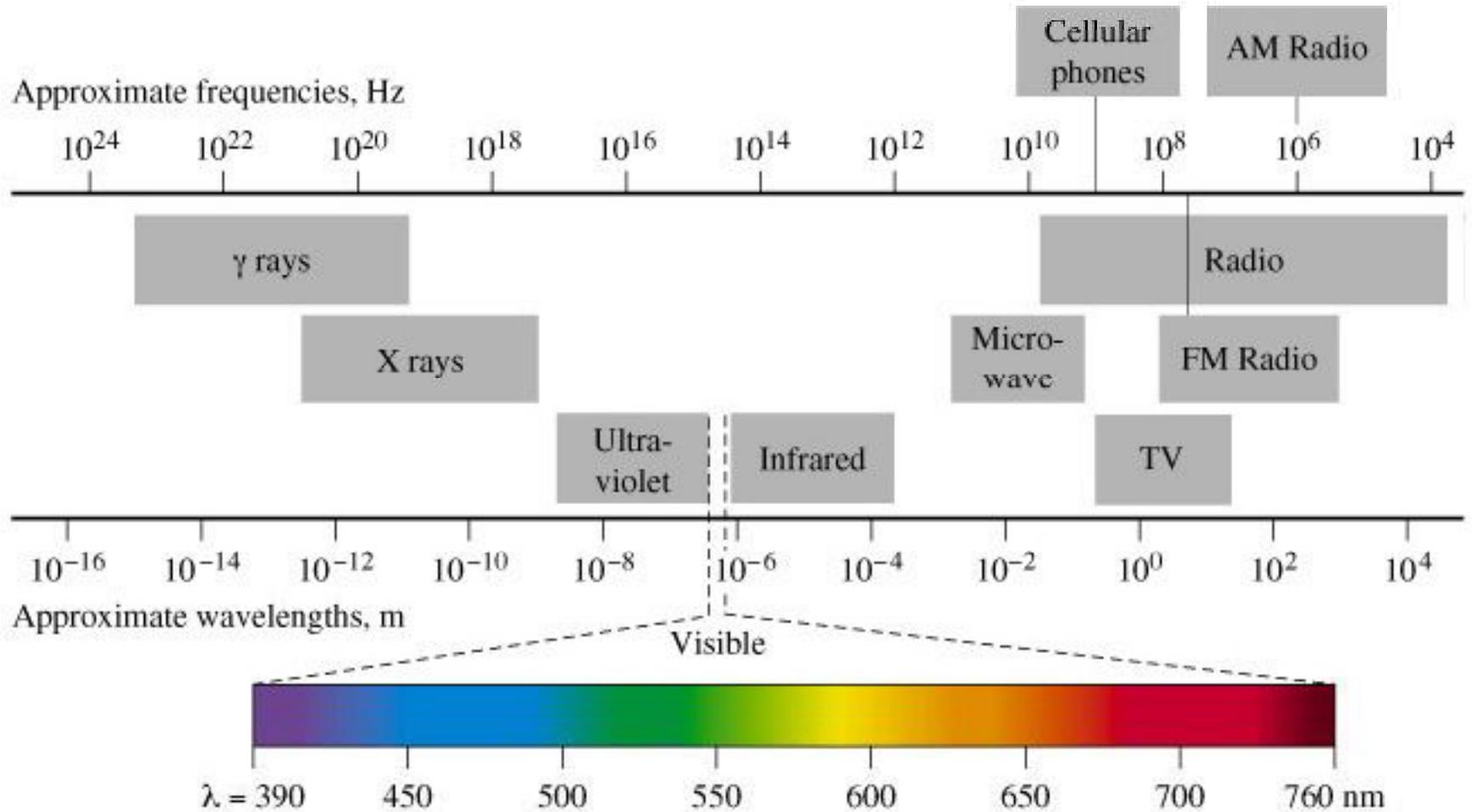
Primera lente intermedia

Segunda lente intermedia

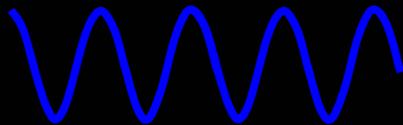
Lente Proyectora

Pantalla

# ¿Cómo vemos y qué vemos?



Blue

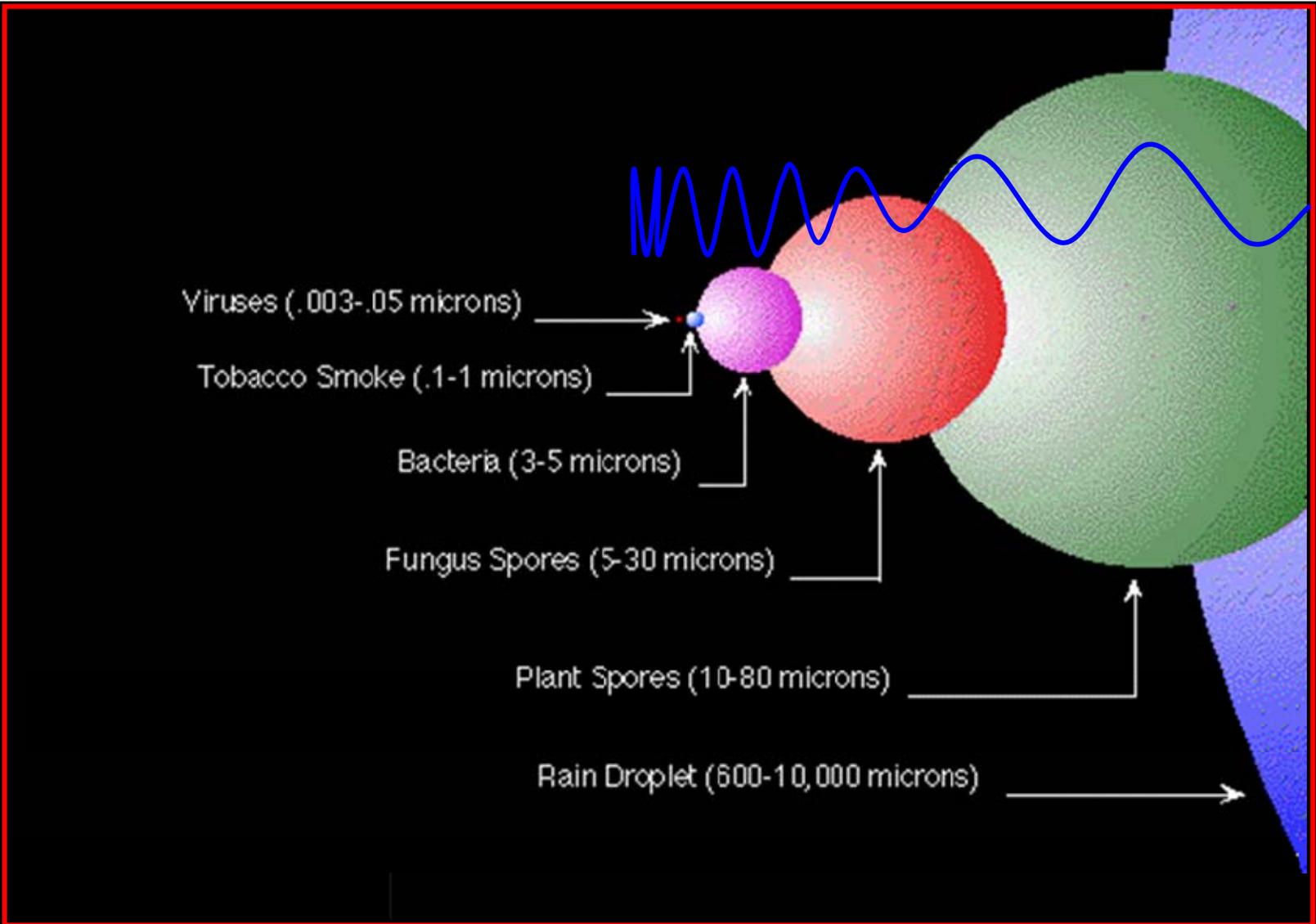


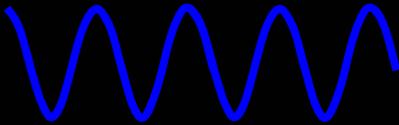
Frecuencias altas

Red



Frecuencias bajas



Blue 

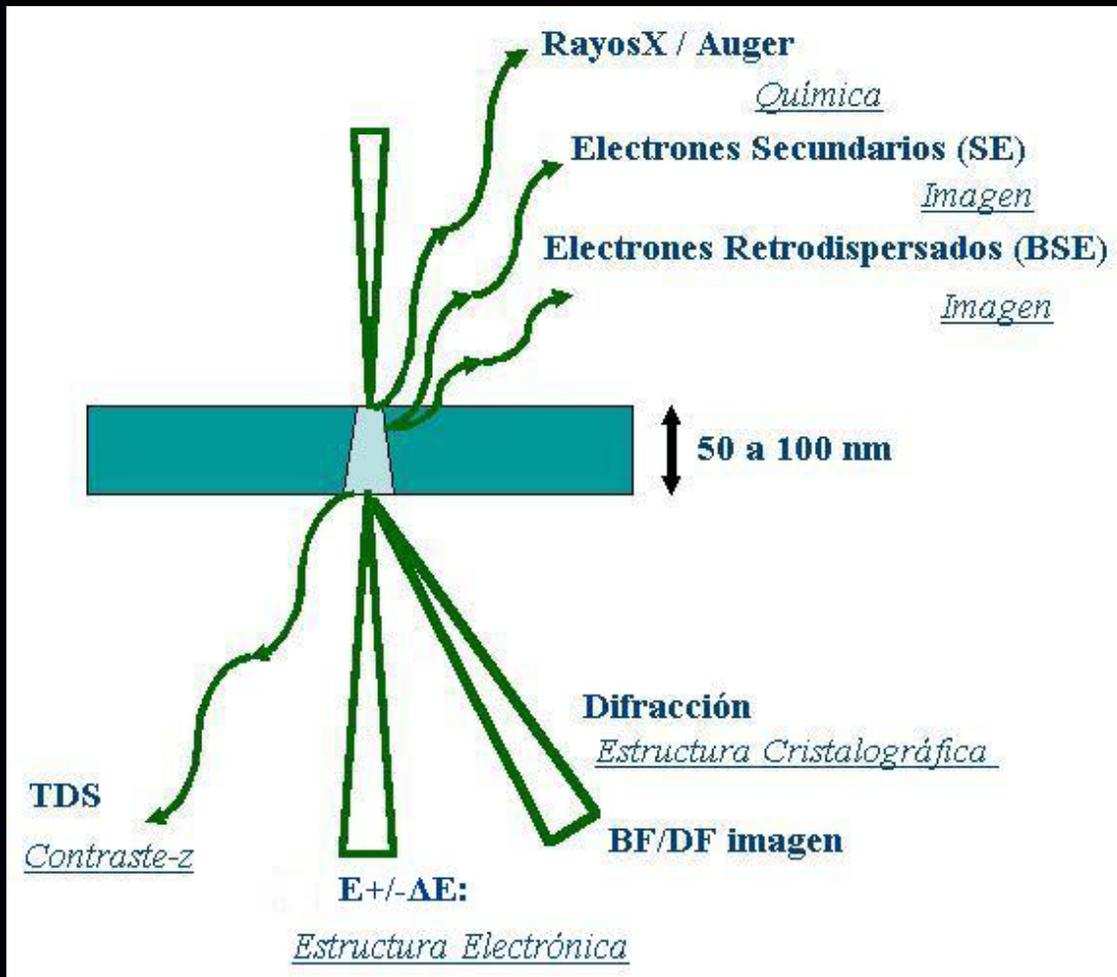
Frecuencias altas

Red 

Frecuencias bajas

# FEG TEM/STEM

Tamaño de haz  $\sim 0.2 - 1$  nm



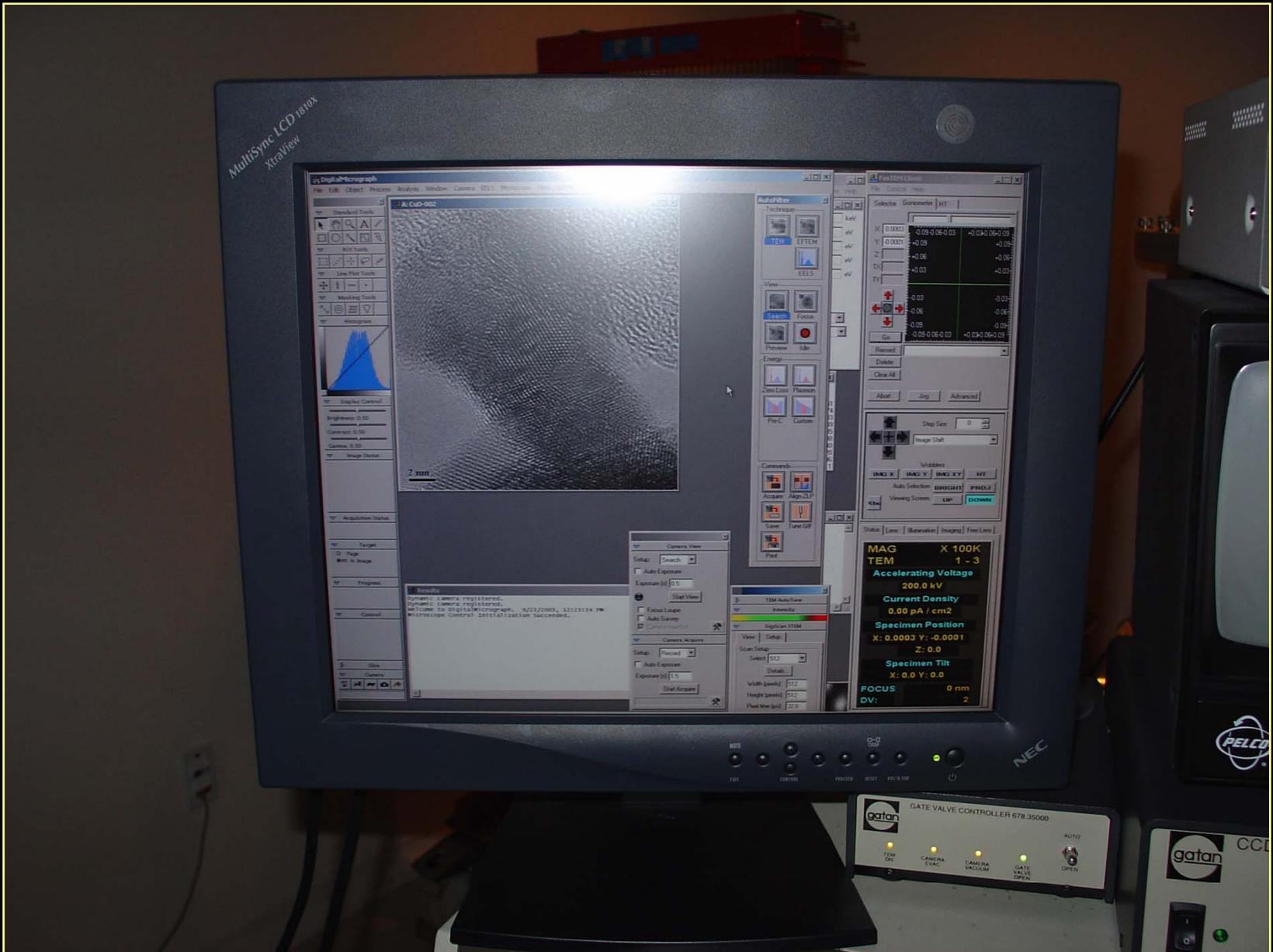
❖ Resolución atómica

❖ Información Cristalográfica (Difracción)

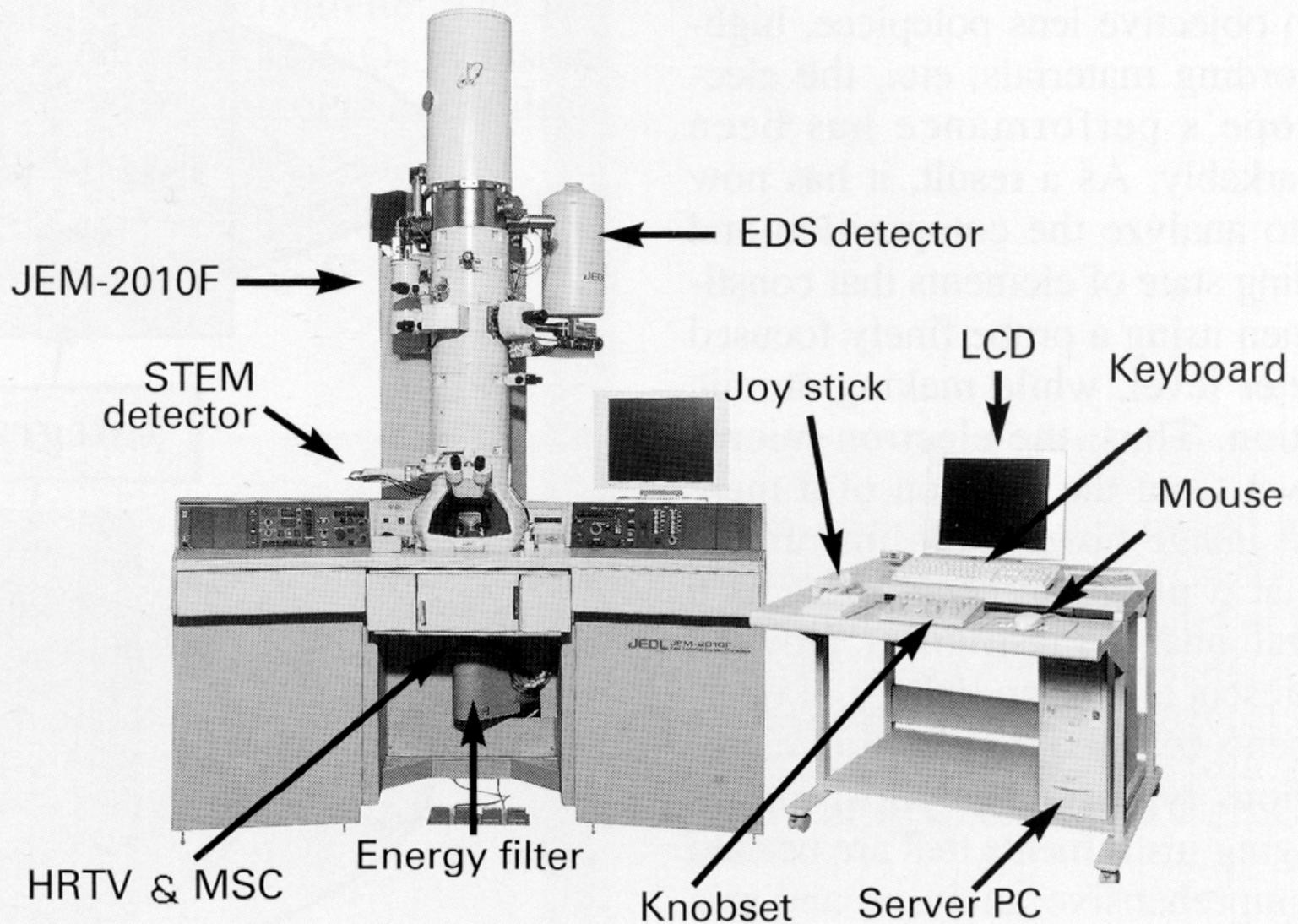
❖ Mapeo químico y enlaces atómicos

❖ Dinámica *In-situ*









Sistema básico de un microscopio de alta resolución analítico JEM 2010-FasTem

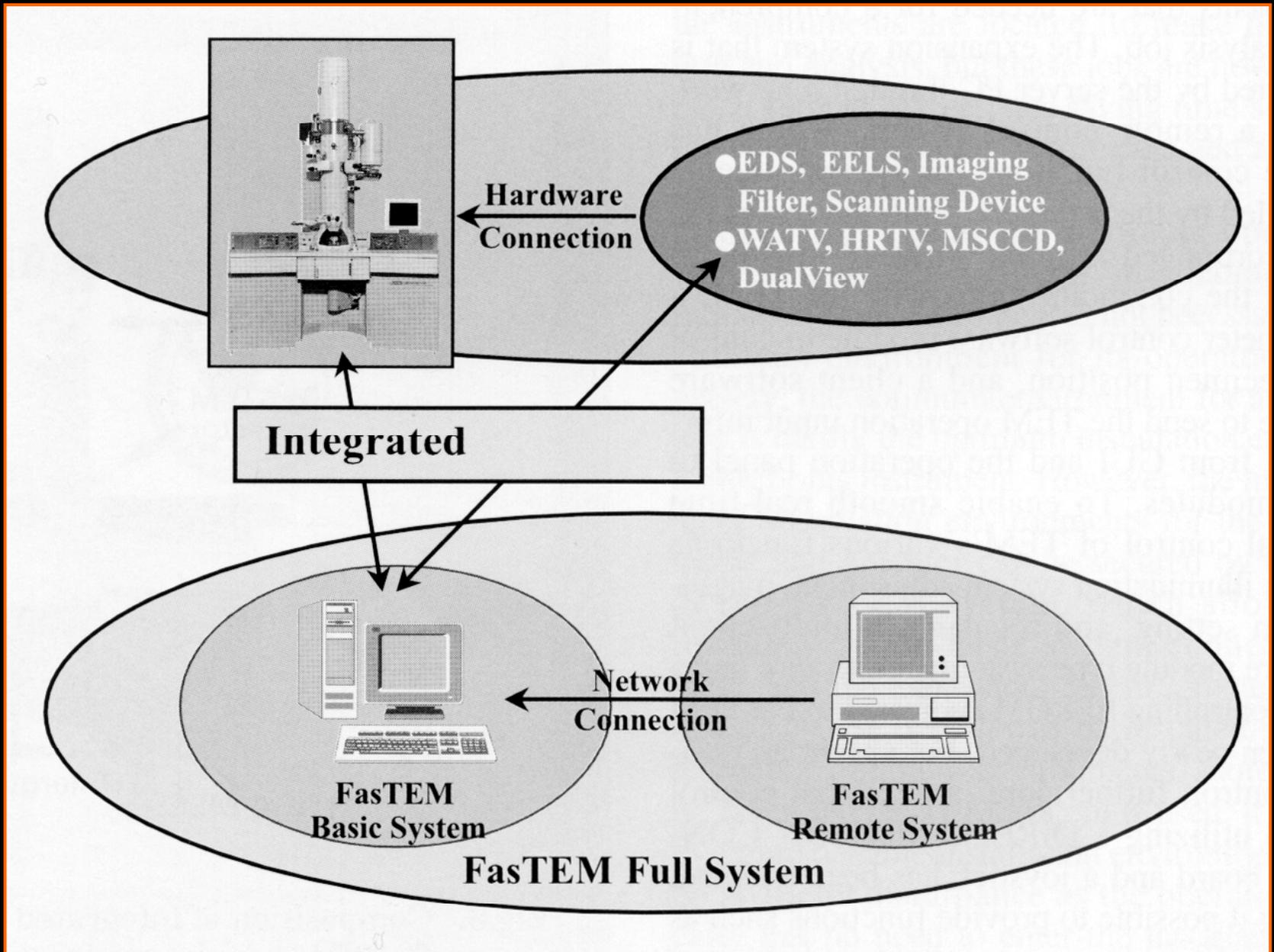
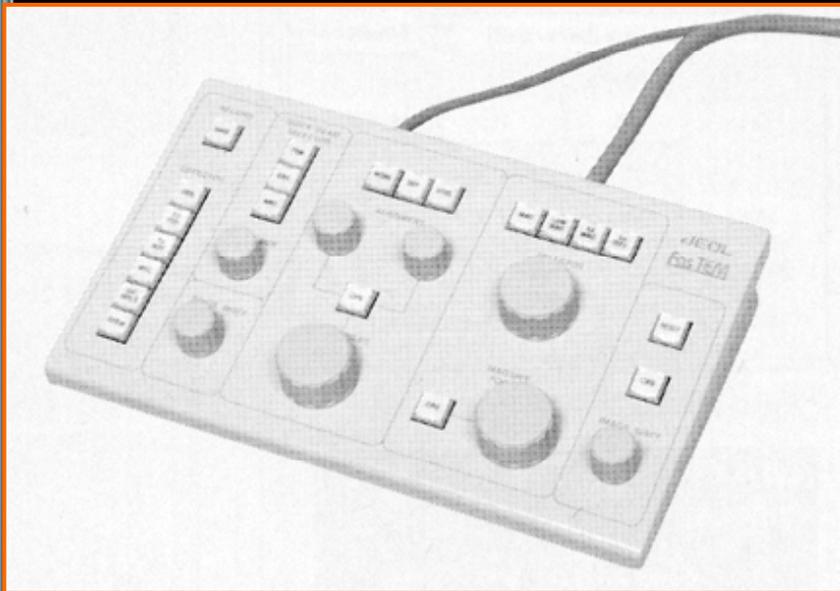
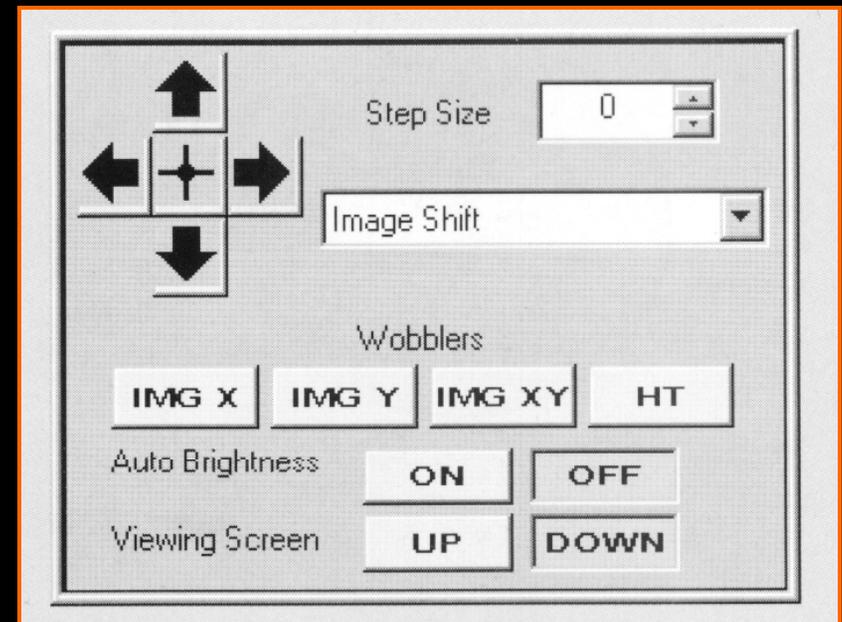


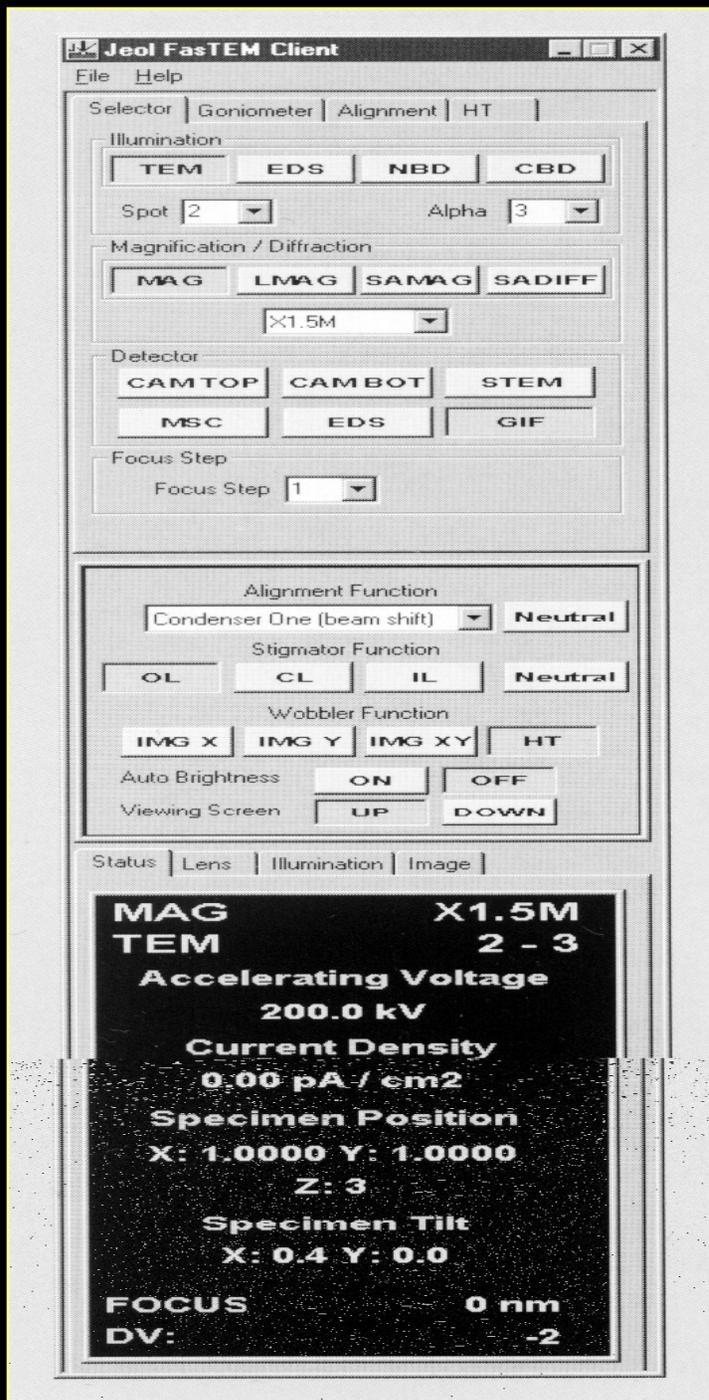
Diagrama de la manipulación remota de un microscopio JEM-2010  
FasTEM system



Joy-stick para FasTEM



Ambiente de ventanas para manipulación y adquisición de imágenes



## Control FasTEM:

1. La sección superior proporciona los controles de los diferentes modos de operación del microscopio
2. La sección intermedia proporciona el control de alineamiento de un haz o “pincel de electrones” de tan solo 1 nm de espesor
3. La sección inferior proporciona los datos de corriente, voltaje y posición de la muestra.

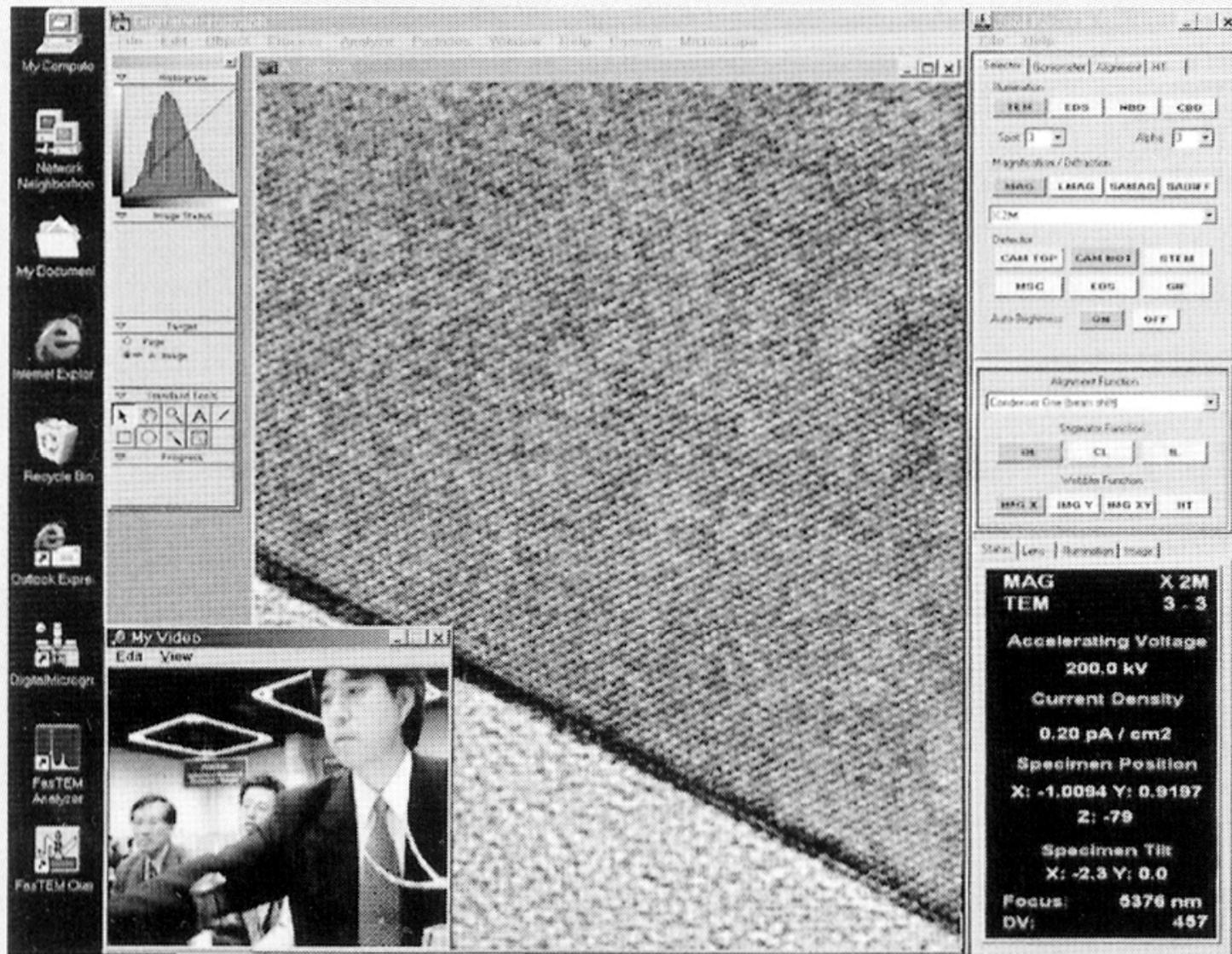


Imagen típica de resolución atómica obtenida desde un laboratorio remoto.

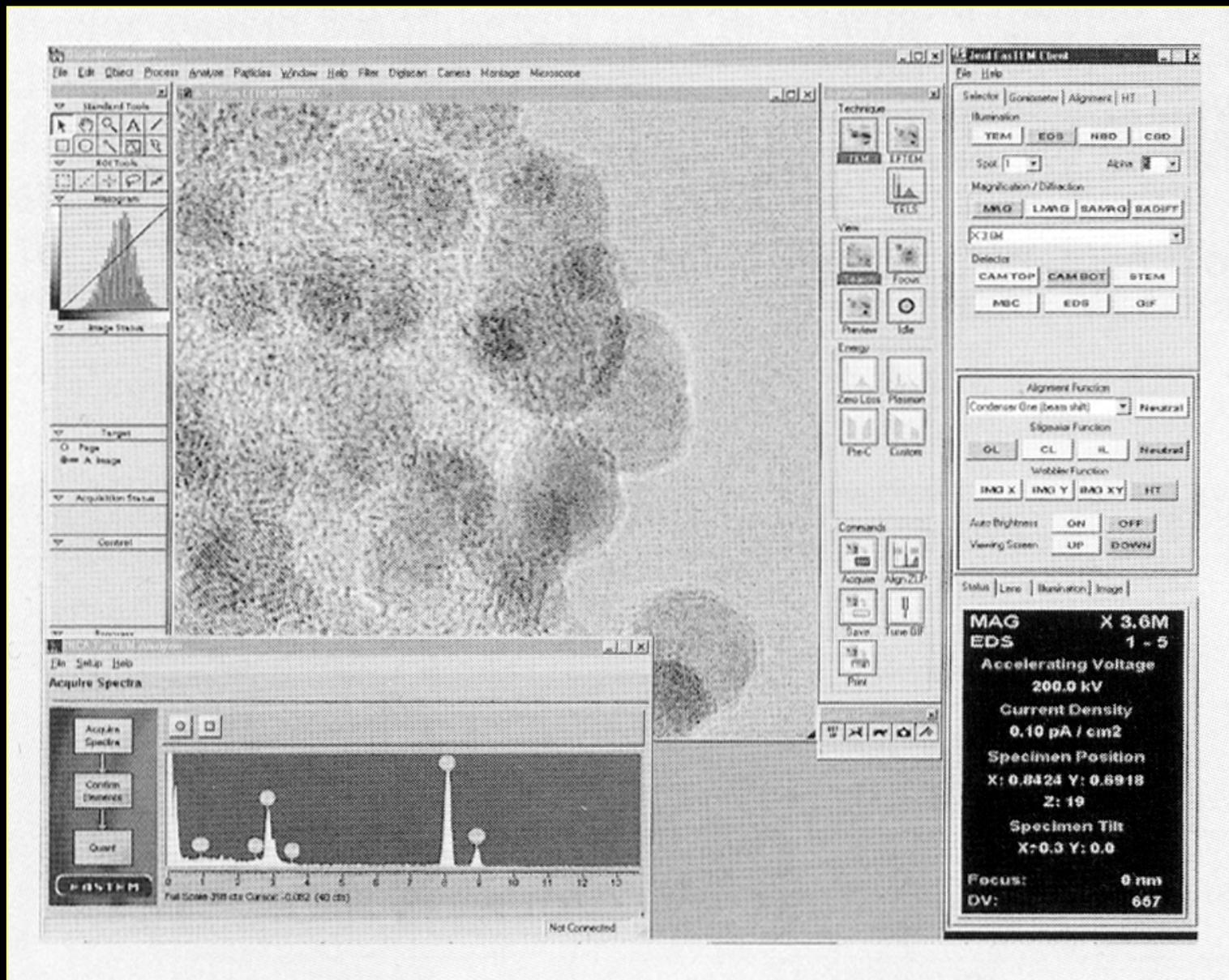


Imagen de alta resolución de nanopartículas de un catalizador de Pd y su correspondiente análisis químico elemental (EDS).

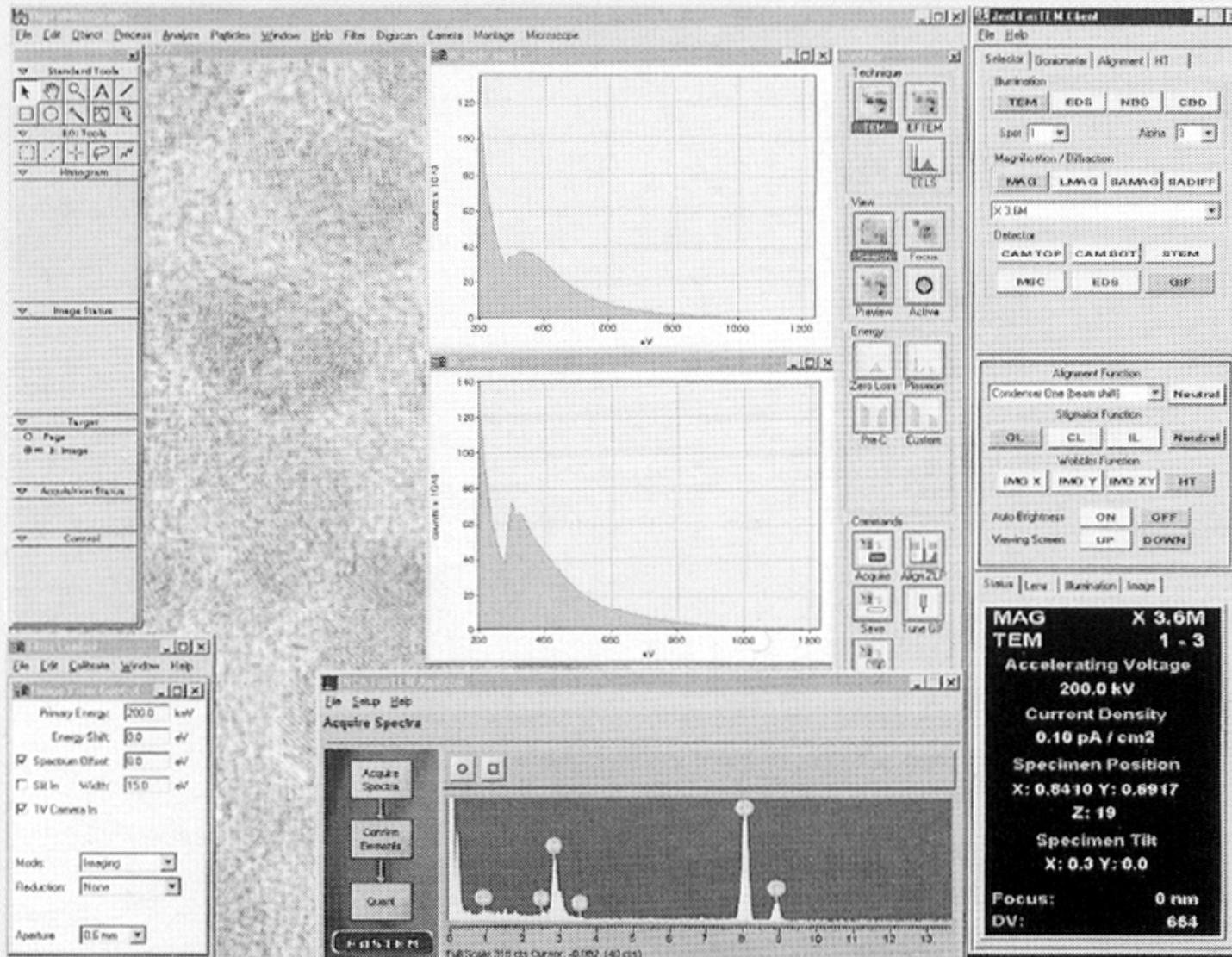


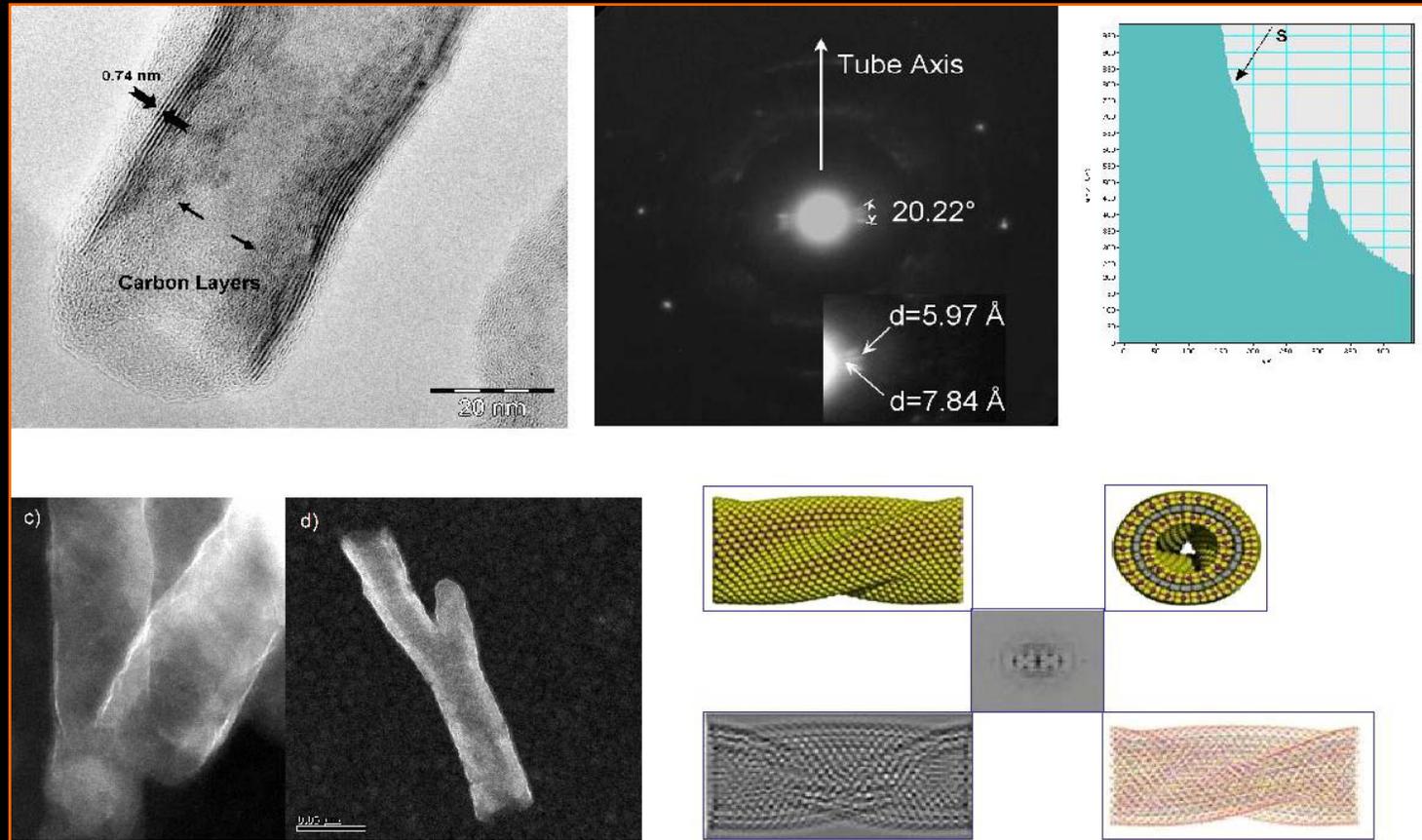
Imagen adquirida con análisis químico por electrones que perdieron energía al interactuar con el material (EELS)



## El método de empleo del microscopio electrónico de transmisión de forma remota

- Fuentes de electrones pequeñas y estables: Nano-tips
- Detectores de alta eficiencia
- Tiempo real, microscopia *in-situ* con portamuestras especiales
- Adquisición de imágenes en línea, procesamiento y análisis
- Microscopia por control remoto
- - Web´s de Enseñanza e Investigación nacional/internacional : **Escuela Virtual de Microscopía**

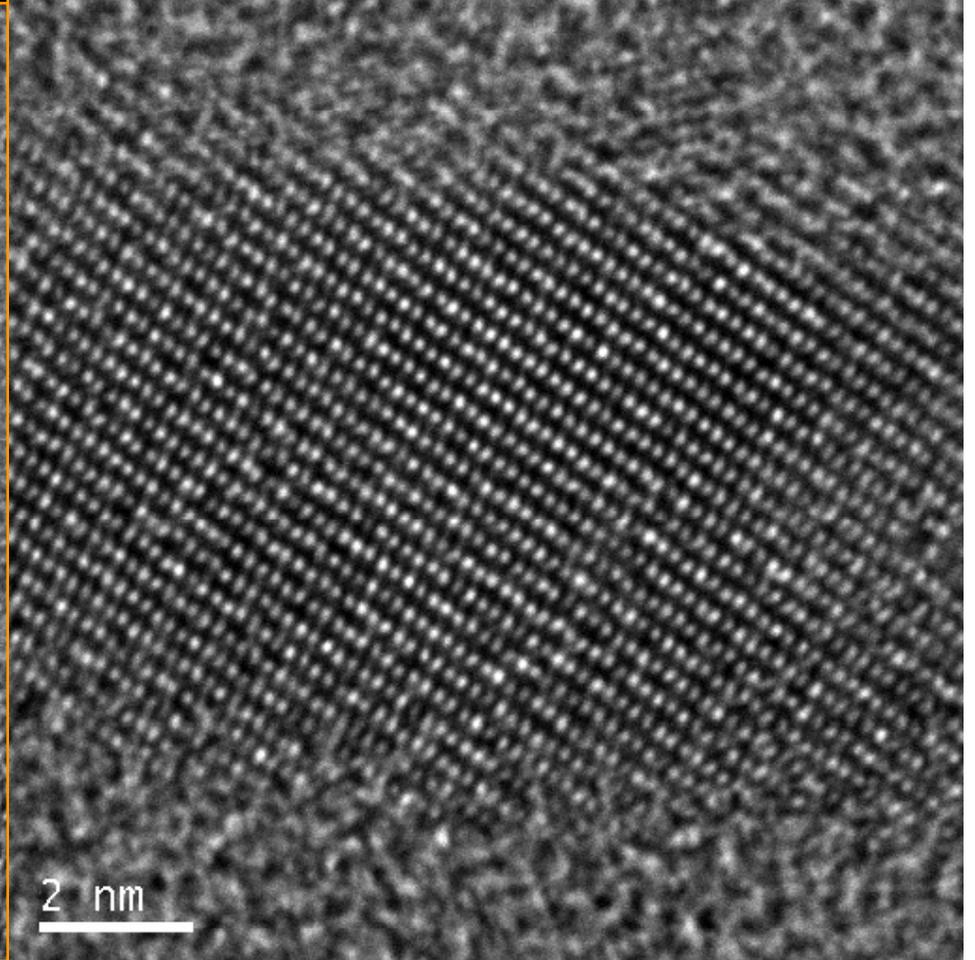
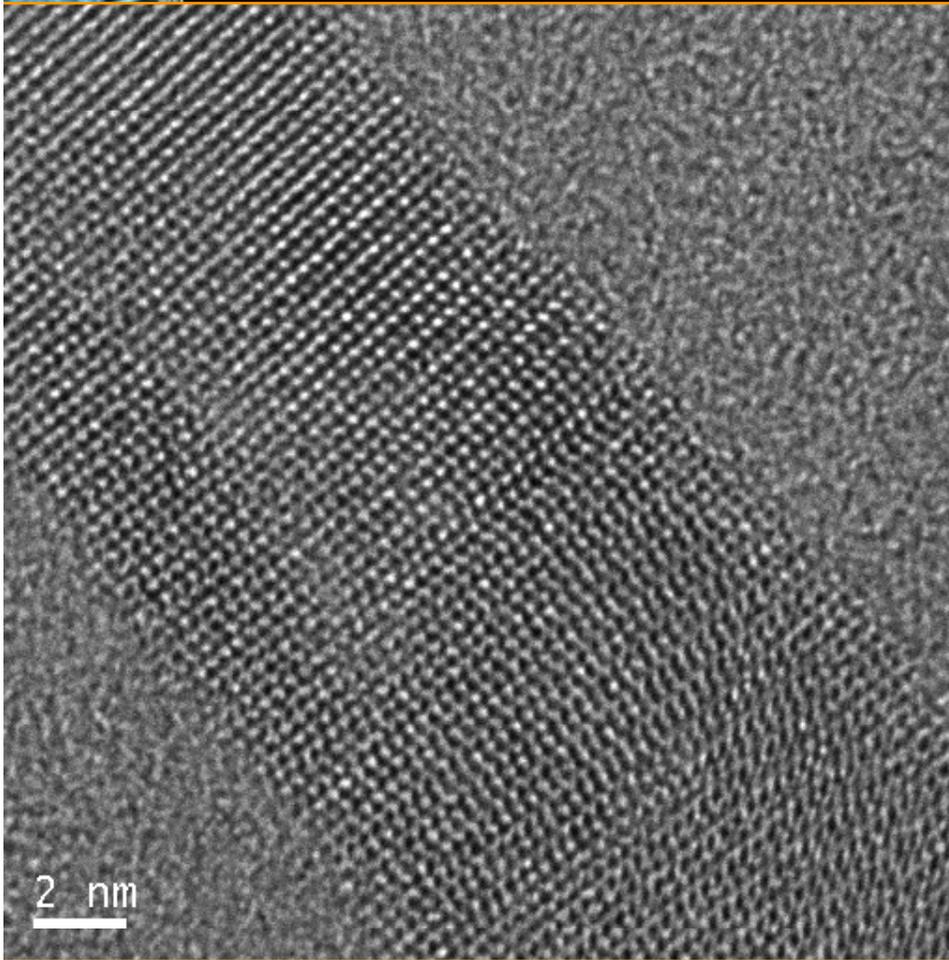
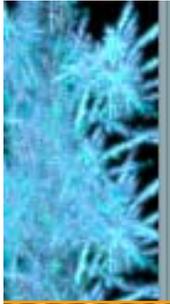
# Resultados de Proyectos factibles



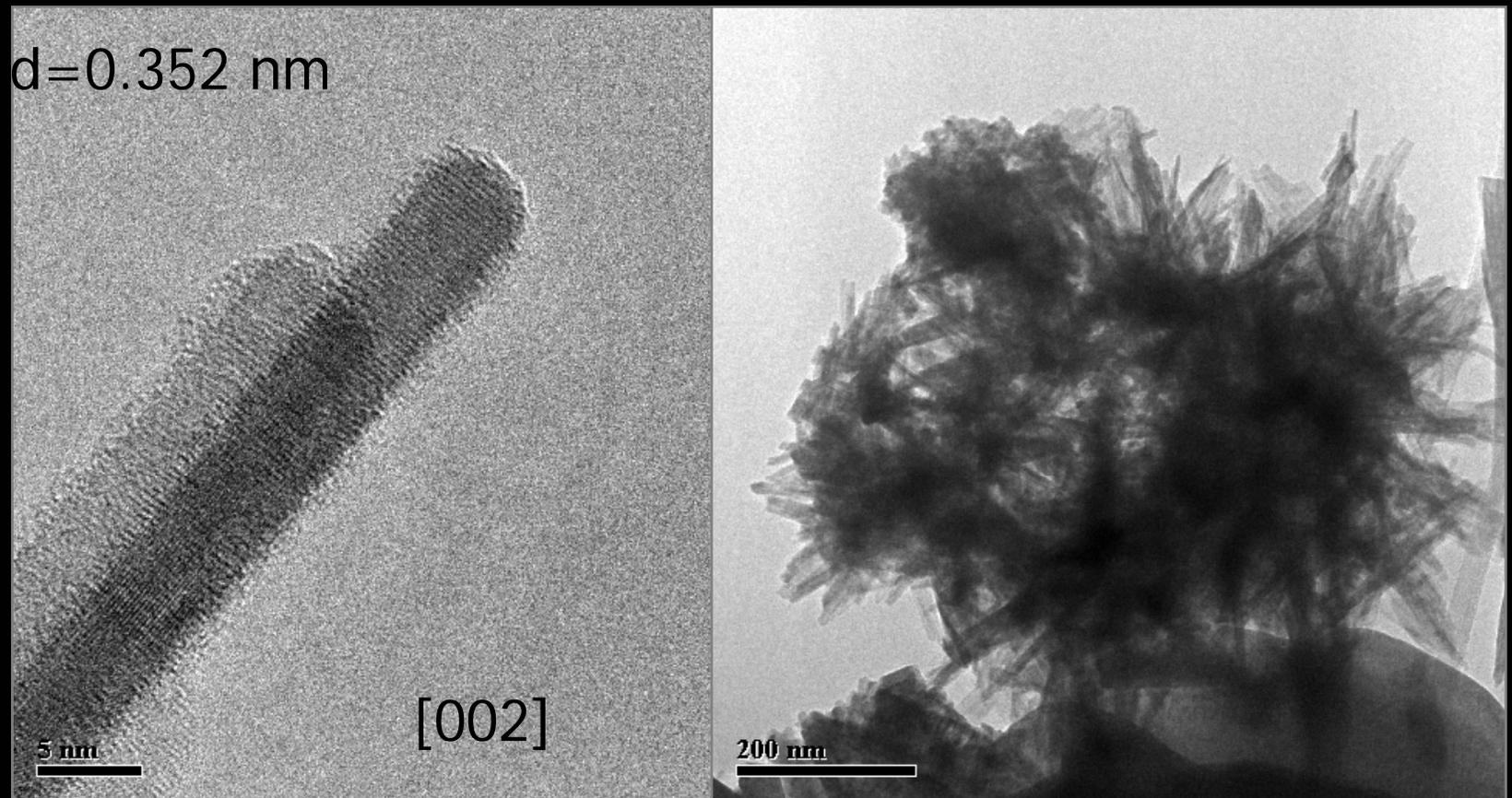
Nanotubos Coaxiales de sistemas heterogéneos

*Journal of Physical Chemistry B*, 2005. 109, 17488-17495.

# Nanoalambres de CdS

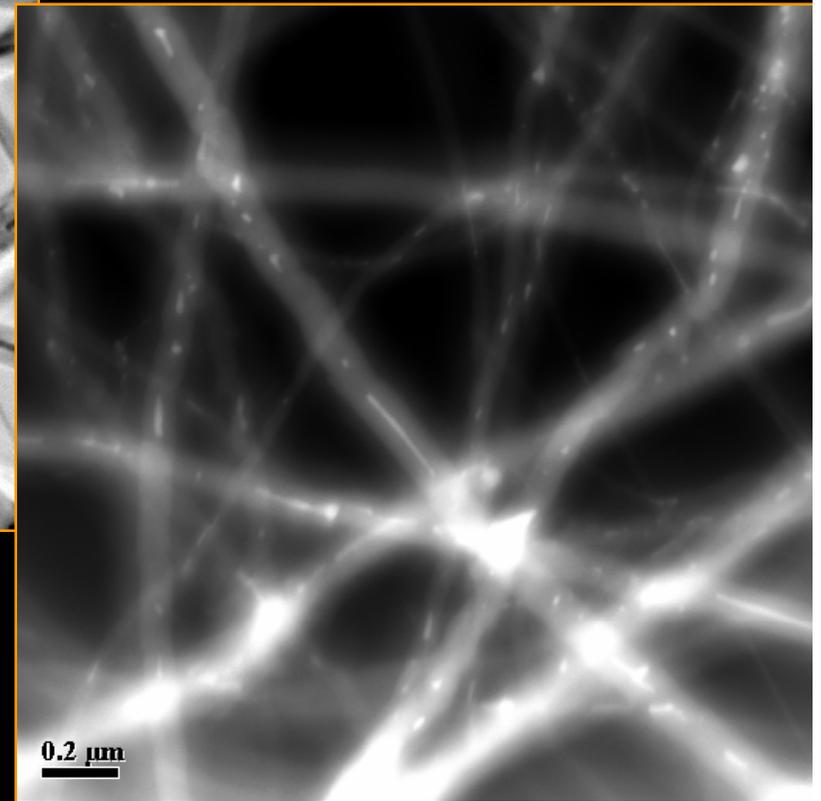
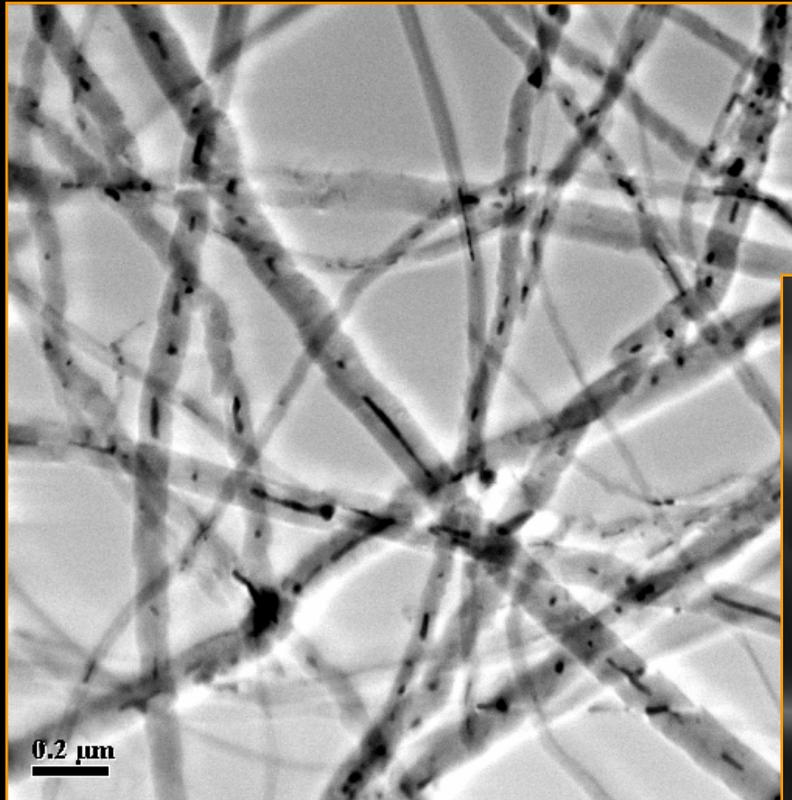


# Nanofibras y Nanoalambres de CdSe



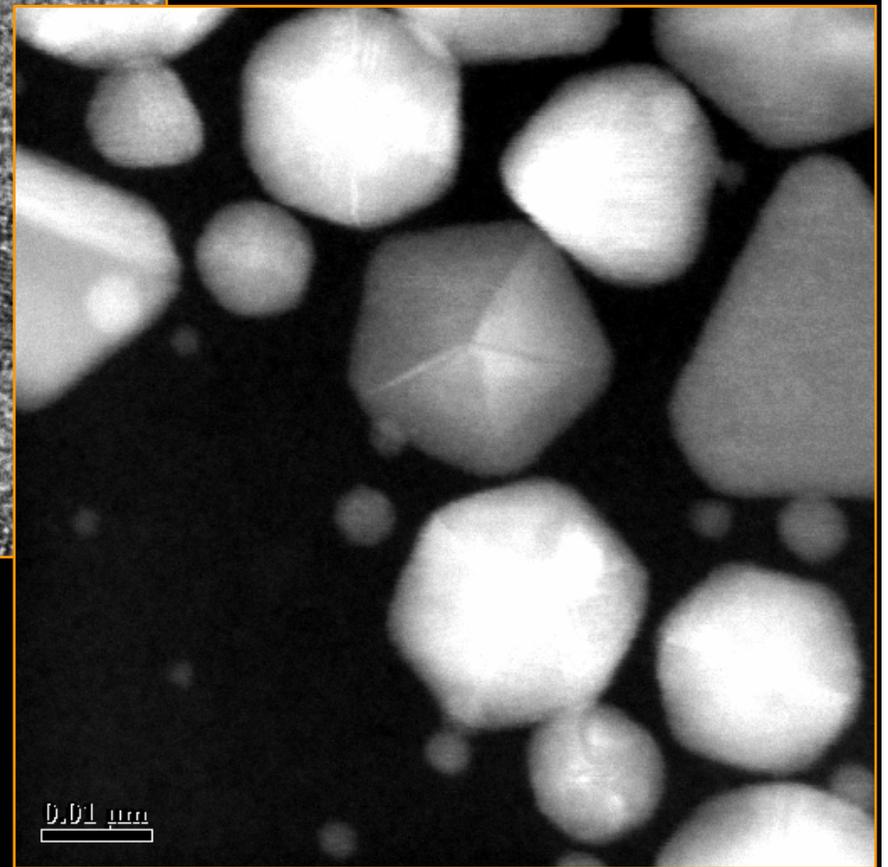
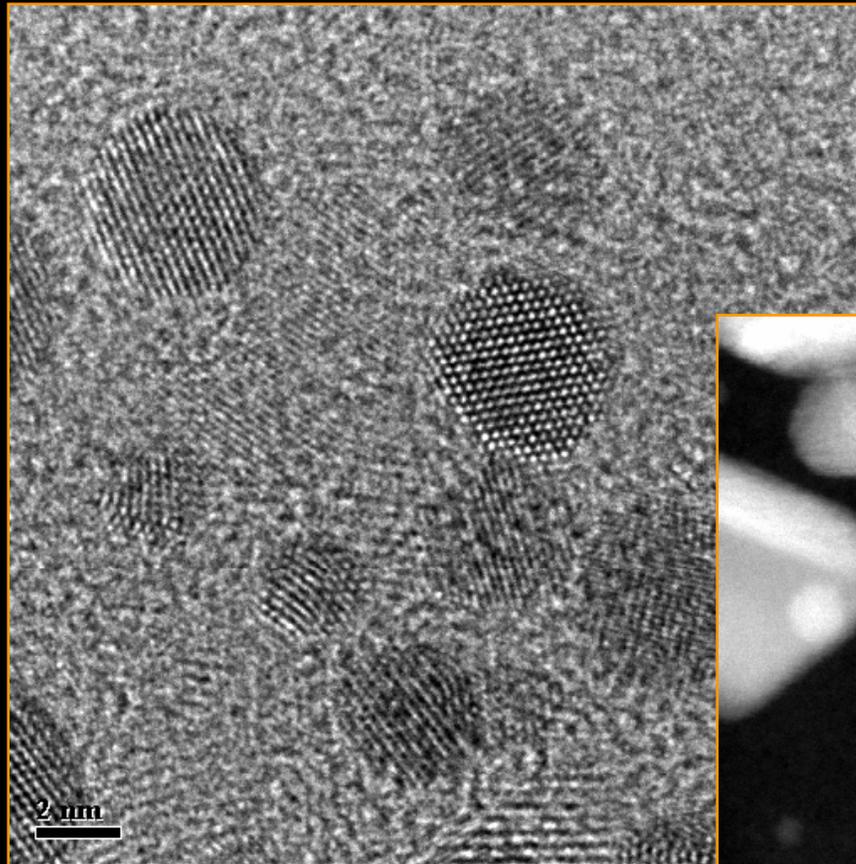
Journal of Nanoscience and Nanotechnology. Vol. 5 (4), 609-614, 2005.

# Nanotubos de Carbono con Nanoalambres de Fe



Propiedades magnéticas

# Sistemas Bimetálicos



Sistema bimetálico Au/Pd



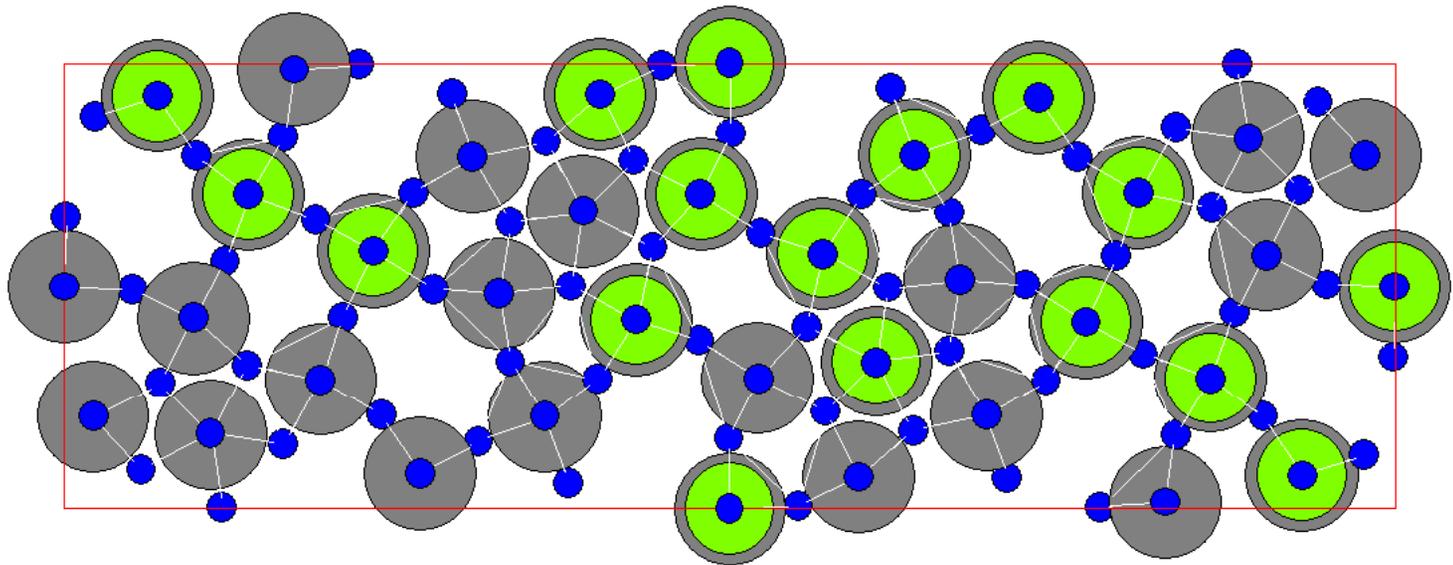
# Experimento Virtual

Estudio de Microscopía electrónica de  
alta resolución de una muestra de

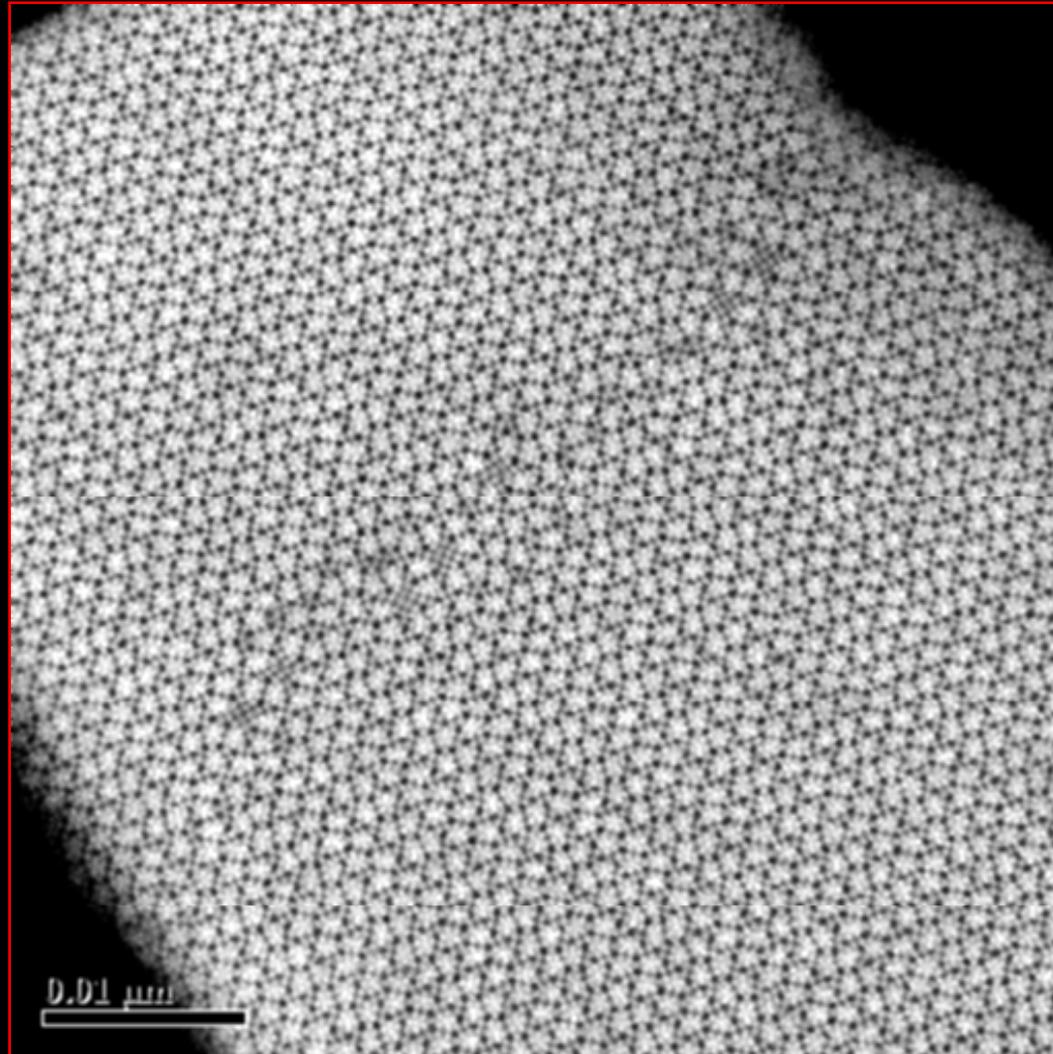


La celda  $\text{Nb}_{16}\text{W}_{18}\text{O}_{94}$  es una celda del tipo ortorrómbica. Las esferas grises corresponden a los cationes de W y las esferas verdes corresponden a los átomos de Nb. Las azules representan a los átomos de O.

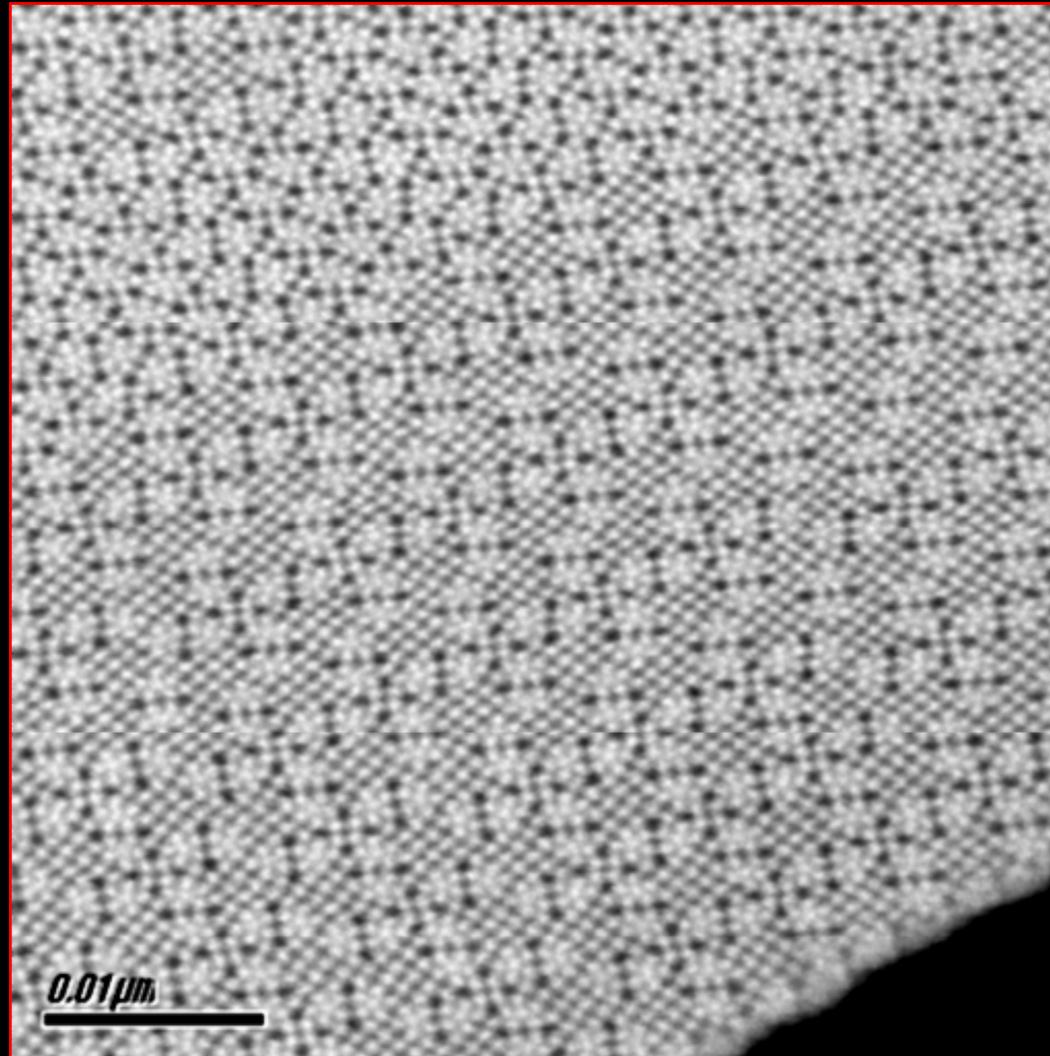
Niobium Tungsten Oxide (13.5/20.5/95.25)



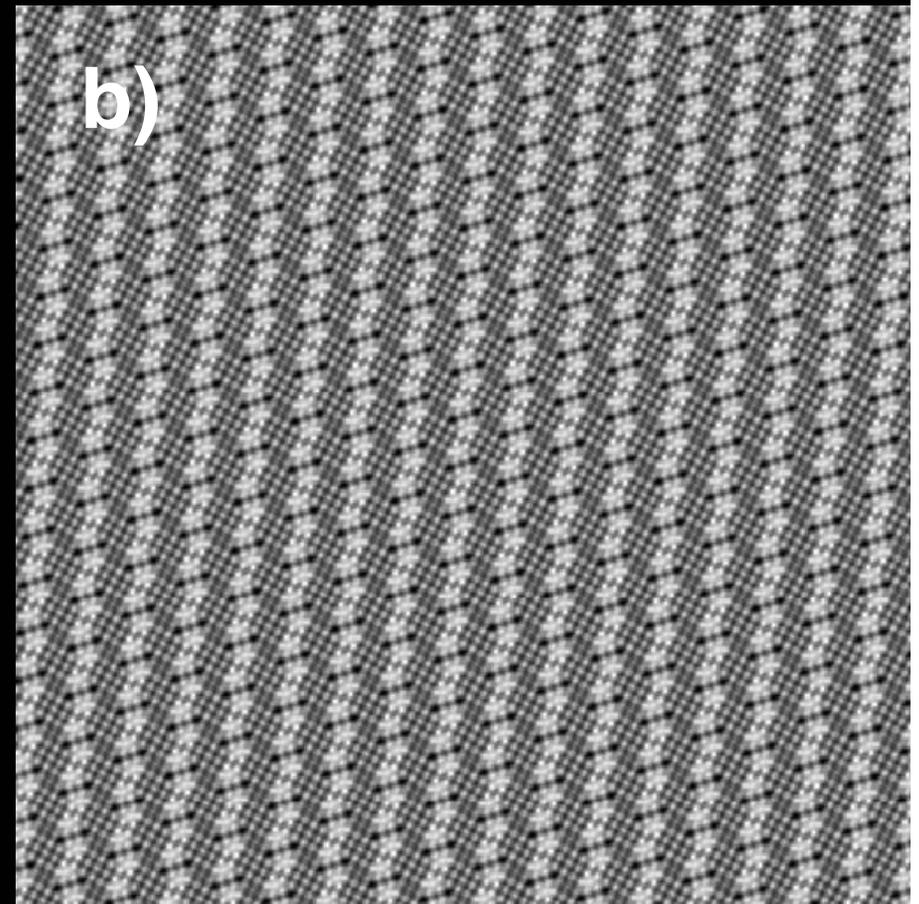
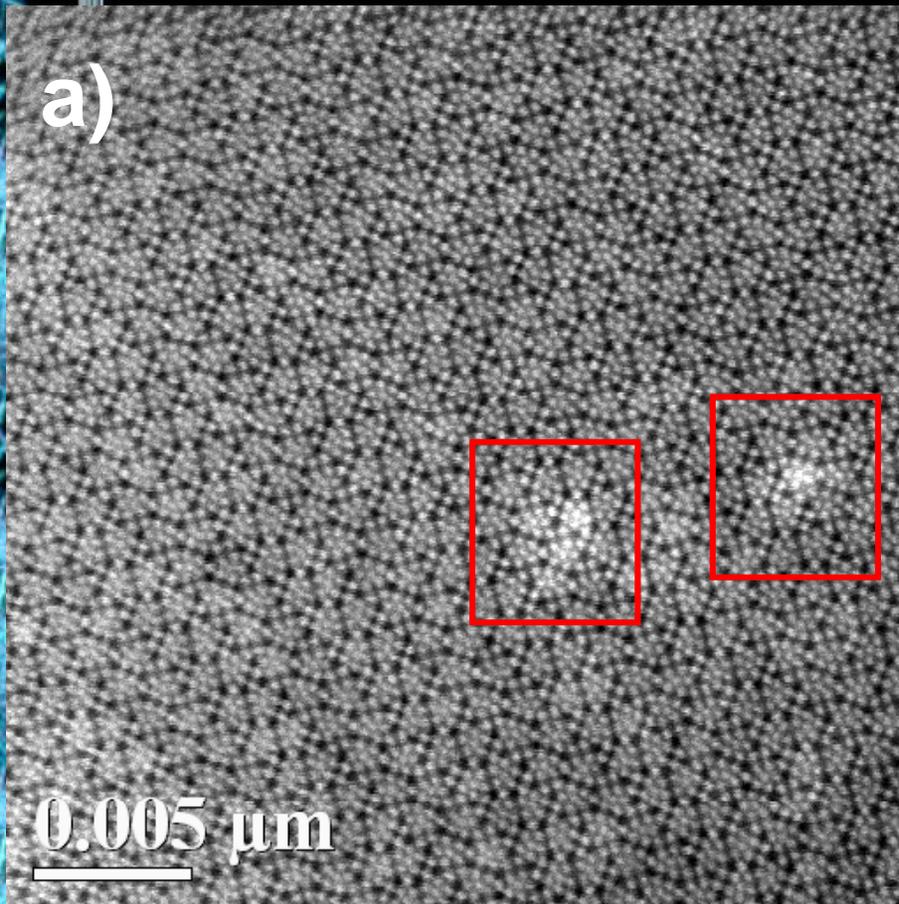
# Stem-Alta resolución HAADF Nb<sub>16</sub>W<sub>18</sub>O<sub>94</sub> [001]



# Stem-Alta resolución HAADF Nb<sub>16</sub>W<sub>18</sub>O<sub>94</sub> [001]



# Óxido complejo de $\text{Nb}_{16}\text{W}_{18}\text{O}_{94}$ y $\text{Nb}_x\text{O}_y$





Plan de Trabajo 2009

Eventos programados para la  
Comunidad de Laboratorios Compartidos



1. Participación en el EELA-2 Tutorial in Cuernavaca, Mexico 9-13 February 2009. Center for Genomic Science, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Se pretende adquirir los conocimientos básicos de Grids para e-Science y formar parte de la red de GRIDS de México copiando esta infraestructura para Laboratorios Compartidos.

*Estamos instalando un nodo de GRID dentro de la comunidad EELA en colaboración con el Fís. Jesús Cruz. Nodo de GRID con aplicaciones en Ciencia de Materiales*

2. Se realizara el evento presencial y Virtual: Taller Teórico-Practico de Microscopía Óptica con aplicaciones a la Ciencia de Materiales. 7 y 8 de Mayo

3. Realizar un Día Virtual de Laboratorios para el jueves 28 de Mayo. Sede: Auditorio Alejandra Jaidar Instituto de Física UNAM

- 
4. Realizar la Escuela Virtual de Microscopía Electrónica de Transmisión y llevarla a distintas sedes virtuales del país como cada año. Agosto 2009
  5. Realizar un Día Virtual de Laboratorios para el jueves 29 de Octubre. Sede: Auditorio Alejandra Jaidar Instituto de Física UNAM
  6. Co-organizar el Séptimo Congreso Nacional de Cristalografía cuya sede tentativa es la Torre de Ingeniería de la UNAM y por primera vez, usando la temática de Laboratorios Compartidos, tener sedes virtuales en el congreso. Noviembre 17al 20, 2009. Reservaciones a través de RAPLA
  7. Realizar al menos 2 presentaciones virtuales en laboratorios de investigación para escuelas de nivel básico: Proyecto e-micro



# TALLER TEÓRICO PRACTICO DE MICROSCOPIA ÓPTICA CON APLICACIONES A LA CIENCIA DE MATERIALES

7 y 8 de Mayo del 2009  
Auditorio Alejandra Jaidar - Instituto de Física - UNAM

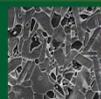


IFUNAM  
Instituto de Física



aspelab

SMCr  
Sociedad Mexicana  
de Citología



**Leica**  
MICROSYSTEMS

## E. Stucki.

LMS

Estereo Microscopía en la Industria

## H. Desch.

Microscopía en la Ciencia de Materiales

Aplicaciones y Productos En la Microscopía de polarización

Microscopía de Investigación

Imagen Digital

## M. Uhl.

Microscopios Invertidos para Materiales

"ENTRADA LIBRE"

INFORMES E INSCRIPCIONES

PROGRAMA DISPONIBLE EN [http://www.fisica.unam.mx/lcmescuela/microscopia\\_optica/](http://www.fisica.unam.mx/lcmescuela/microscopia_optica/)

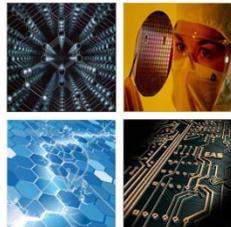
Mirel Piña Vargas - Tels: +52 (52) 5605 5808 / 5605 5720 / 56880846 - mirel.pina@aspelab.com - www.aspelab.com



# SMCr de Cristalografía



Congreso Nacional  
VII  
Torre de Ingeniería - UNAM  
12 - 20 Agosto 2009



- SUELOS
- MINERALOGÍA
- CRISTALOGRAFÍA FÍSICA
- NANO
- BIOMATERIALES, BIOCRISTALOGRAFÍA
- CRISTALOGRAFÍA QUÍMICA
- ARQUEOMETRIA
- COMPUTO CRISTALOGRÁFICO
- TÉCNICAS DE MEDICIÓN

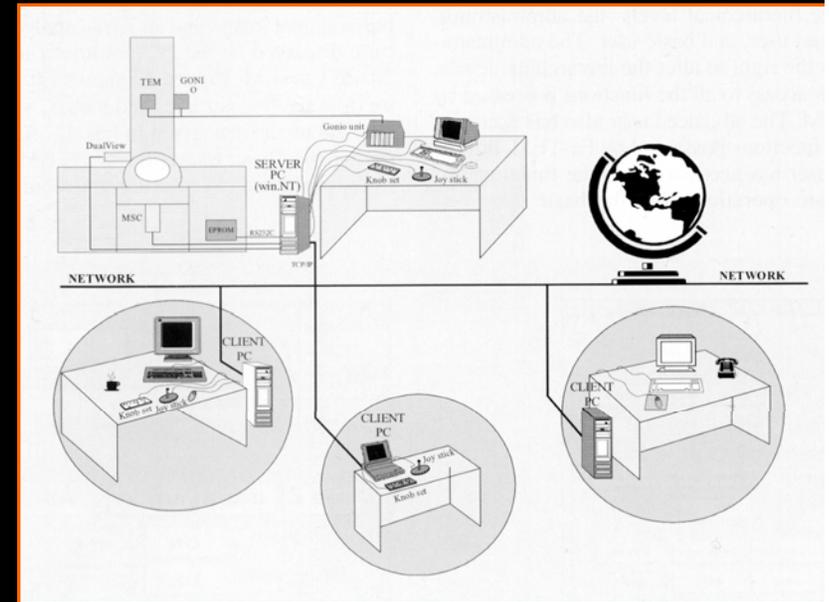
- Cursos Especializados en Cristalografía
- Principios básicos de Cristalografía
- Curso Cristalografía Avanzada
- Curso Relación, Estructura y Propiedades

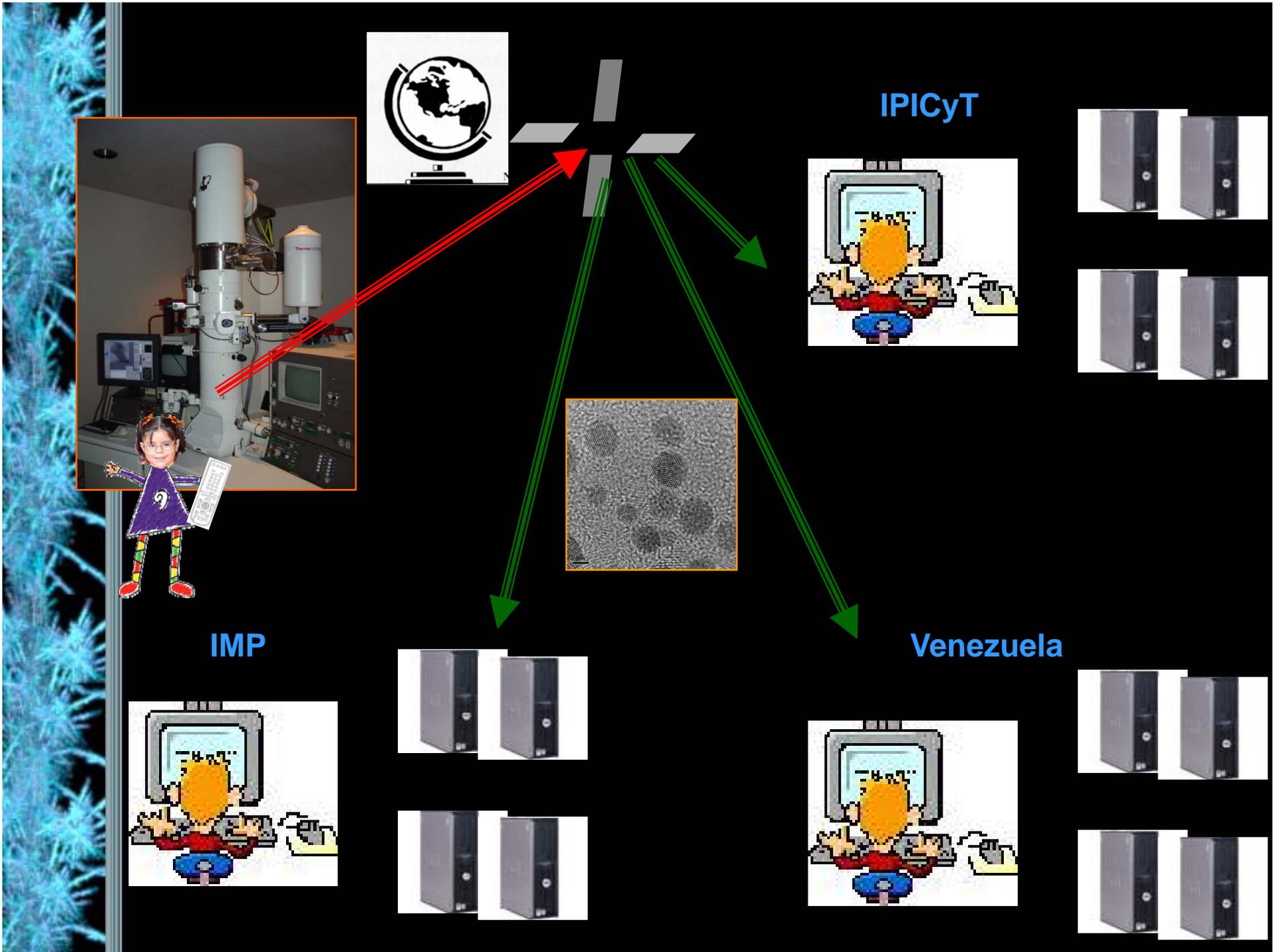


Diseño: Jorge Santiago Jacinto  
E-mail: jorge\_santiago@ciad.unam.mx

# Microscopia por Control Remoto!!

- \* No es necesaria la presencia física.
- \* Rápido, interactivo y en tiempo real.
- \* Reduce la transferencia de datos
- \* Incrementa las capacidades de formar redes de investigación en el país.





# e-Micro: Escuelas Virtuales de Microscopia.





# Comunidad de Laboratorios Compartidos

Coordinadora

Dra. Patricia Santiago Jacinto

Investigador Titular

Instituto de Física

UNAM

[paty@fisica.unam.mx](mailto:paty@fisica.unam.mx)

<http://www.cudi.edu.mx/>

[www.fisica.unam.mx/lcmescuela](http://www.fisica.unam.mx/lcmescuela)

Telf: (525) 5622 5033

Fax: (525) 5622 5011



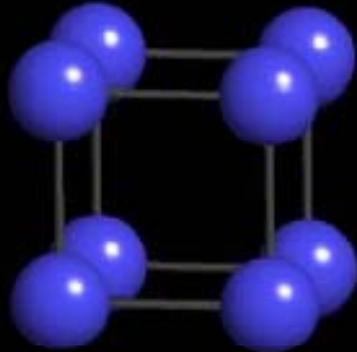


# Sistema Cúbico

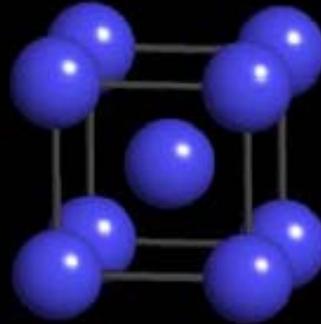
Parámetros de Red:

$$a = b = c$$

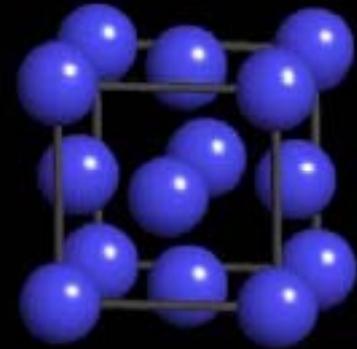
$$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$$



Cúbico Simple



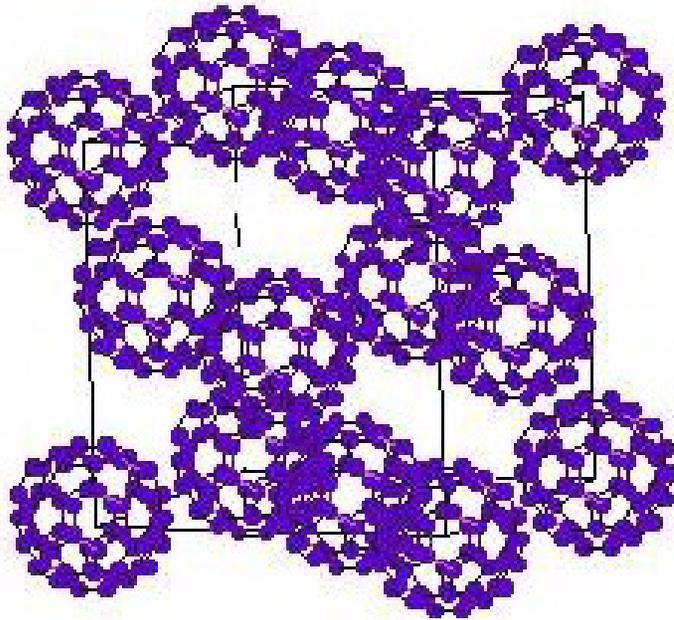
Cúbico  
Centrado en  
el Cuerpo  
(BCC)



Cúbico  
Centrado en  
las caras  
(FCC)

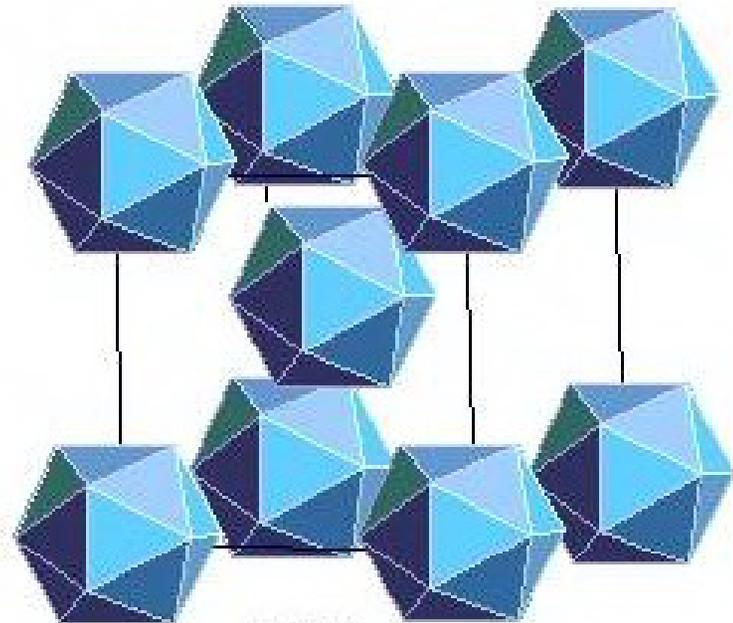


## BUCKMINSTERFULLERENE



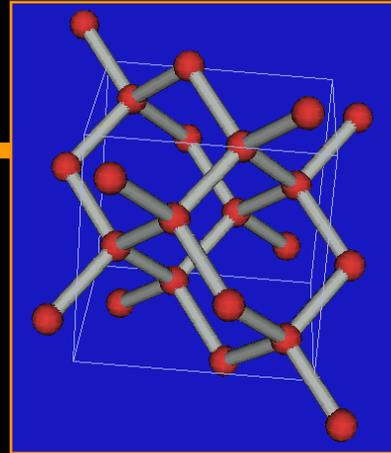
FCC

## FOOT & MOUTH VIRUS

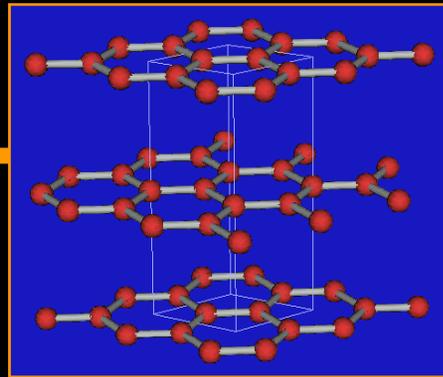


BCC

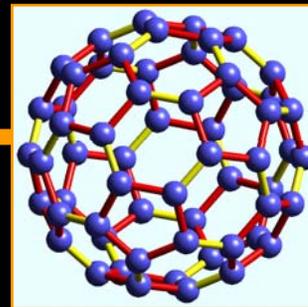
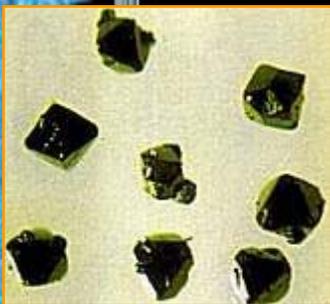
# Formas Alotrópicas del Carbono:



Diamante

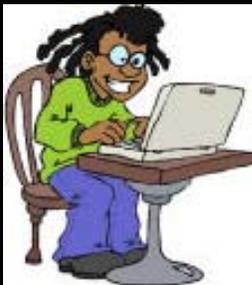


Grafito



Fullerenos y Molecula de C60

¡Los electrones son divertidos!

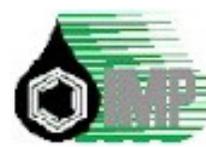


Y la nanotecnología ....



también!





**Día Virtual**

**Comunidad**

**Laboratorios Compartidos**

**Miércoles 15 de Noviembre  
Auditorio Alejandra Jaidar, IFUNAM  
Coordinadora: Dra. Patricia Santiago Jacinto**

**10:00 a 11:00 hrs**

**Dra. Patricia Santiago (IFUNAM)  
Ing. Centel Alvarado (JEOL-México)**

**"Manipulación Remota de un Microscopio Electrónico de  
Transmisión JEM 2010 FasTem"**

**11:00 a 12:00 hrs.**

**Dr. Vicente Garibay**

**(Laboratorio de Microscopía de Ultra Alta resolución-IMP)**

**"Manipulación Remota de un Microscopio de  
Fuerza Atómica y STM"**

**12:00 a 12:30 hrs.**

**Dr. Samuel Cruz y Dr. Ángel Trigos**

**(Tecnología de Información- Universidad Veracruzana)**

**"Servicios Tecnológicos y Científicos para el  
Sector Académico y Empresarial"**

**Día Virtual**

**Comunidad**

**Laboratorios Compartidos**

**Jueves 8 de Marzo**

**Transmisión desde**

**D G S C A**



**PROGRAMA:**



**10:00 - 10:20 Introducción**  
Dra. Patricia Santiago Jacinto  
Coordinadora de la Comunidad  
de "Laboratorios Compartidos"  
Instituto de Física, UNAM  
paty@fisica.unam.mx

**10:20 - 10:40 Entorno Educativo de  
Laboratorios Compartidos**  
Dra. Larisa Enríquez Vázquez  
Coord. Gral Servicios Educativos en Red  
DGSCA, UNAM  
larisa@piaget.dgsca.unam.mx

**10: 40 - 11:00 Proyecto LEMDist**  
Fís. Jesús Cruz Guzmán  
DGSCA, UNAM  
cruz@servidor.unam.mx

**11:00 - 11:20 RingGrid**  
Moises Hernández Duarte  
FES - Cuautitlan

**11:20 - 12:00 Manipulación Remota  
de un Microscopio Electrónico de  
Transmisión de Ultima Generación**  
Dr. Vicente Garibay  
Coord. de Laboratorio de Microscopía  
IMP

**12:00 - 12:20 Proyecto UCRAV: Uso Cola-  
borativo de Recursos de Alto Valor**  
Ing. Paulina López M  
Ing. de Proy. Red Univ. Nal - REUNA



Laboratorios    
  
  
**WORKSHOP  
LABORATORIOS  
COMPARTIDOS**

**Sede: Auditorio Alejandra Jaidar  
Instituto de Física, UNAM**

**30 - 31  
Mayo 07**

**Microscopía Electrónica de Transmisión a  
Control Remoto**

**El caso de los Óxidos complejos  
Patricia Santiago, Centelt Alvarado,  
Luis Rendón**

**Focus Ion Beam  
Nanofabrica Virtual  
Vicente Garibay y Equipo**

**El proyecto LemDist  
Perspectivas de los Laboratorios a distancia  
Demostración virtual  
Jesús Cruz**

**Manipulación Remota de un Equipo NMR  
Nombre**

**Manipulación Remota para Tecnología de  
Alimentos  
José Luis Arjona**

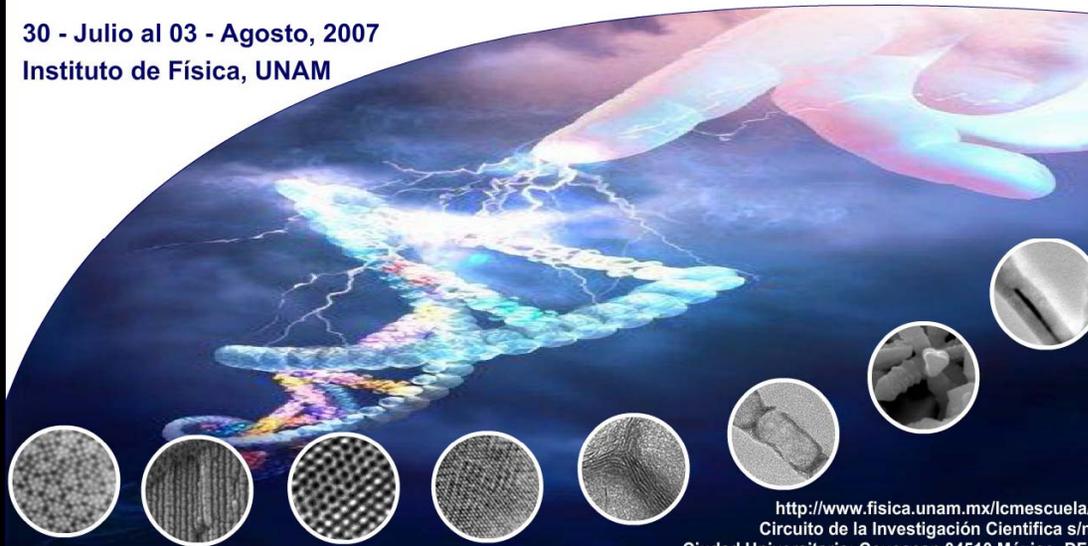
**La Tecnología de Información como apoyo al  
proceso de enseñanza aprendizaje: La  
solución Netlab para el acceso remoto a  
laboratorios de redes.  
Luis A. Trejo Rodríguez**

**Proyecto UCRAV: Uso colaborativo de  
Recursos  
de Alto valor  
Carlos Vogel y Rodolfo Leiva**

# Escuela latinoamericana de Microscopía Electrónica de Transmisión



30 - Julio al 03 - Agosto, 2007  
Instituto de Física, UNAM



<http://www.fisica.unam.mx/lcmescuela/>  
Círculo de la Investigación Científica s/n  
Ciudad Universitaria; Coyoacán 04510 México, DF.

## PONENCIAS

Fundamentos de TEM  
P. Santiago

Fundamentos de Difracción de Electrones  
D. Acosta

Electron Holography  
M. Kawasaki

TEM applications  
M. Kawasaki

HAADF Contraste Z  
L. Rendón

Espectroscopias TEM (EDS, EELS)  
M. Ávalos

SIMULATE M  
Simulación de imágenes de alta resolución  
A. Gómez

Sesión Practica de TEM  
L. Rendón

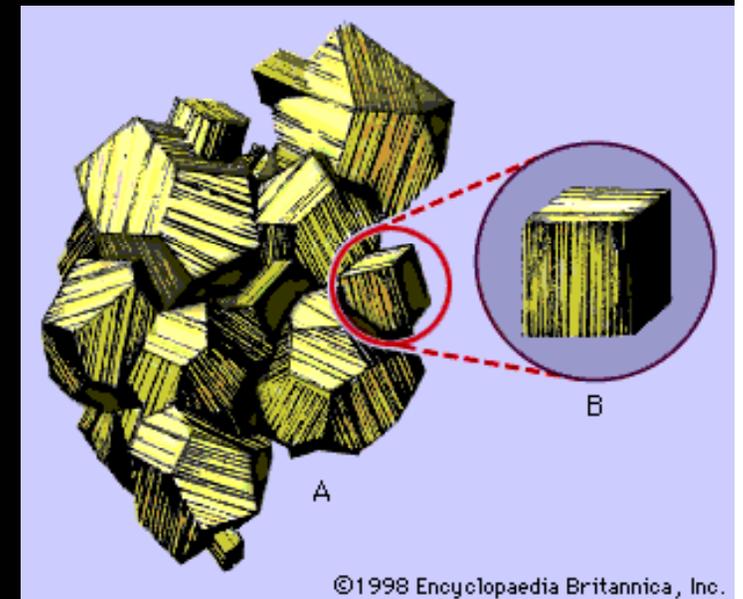
## COMITE ORGANIZADOR

Dra. Patricia Santiago Jacinto



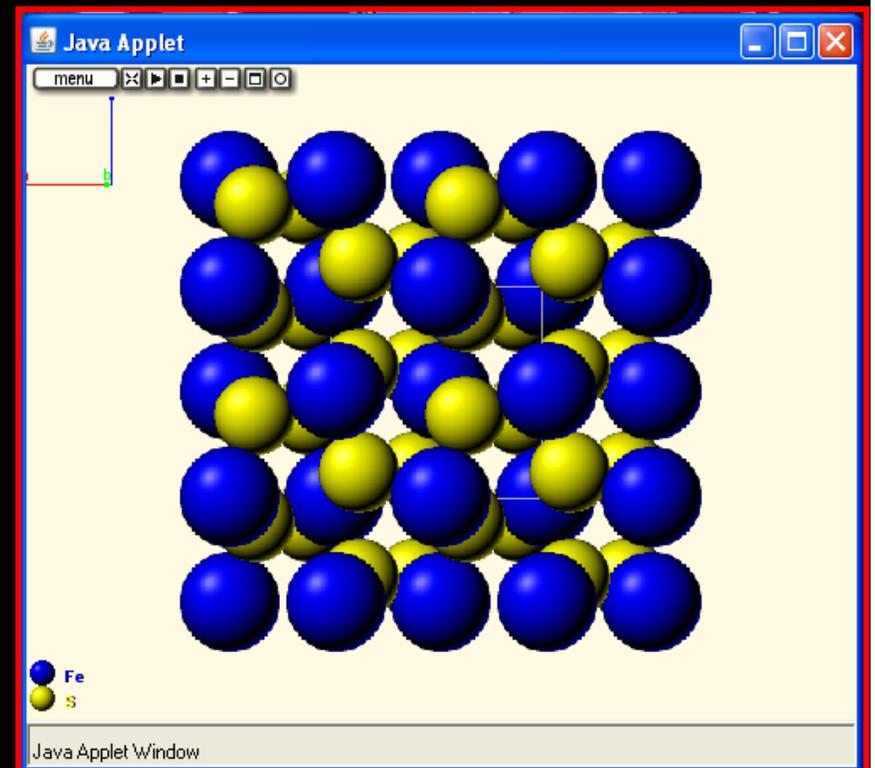


# Estudio de Microscopía electrónica de alta resolución de una muestra de Pirita: $\text{FeS}_2$

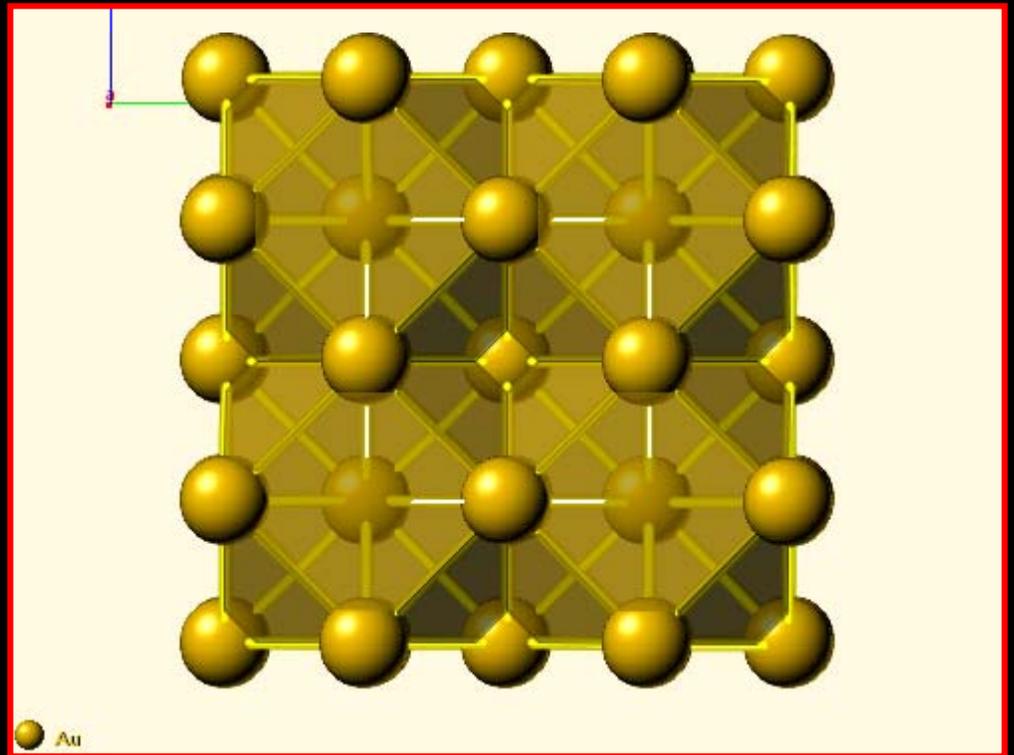


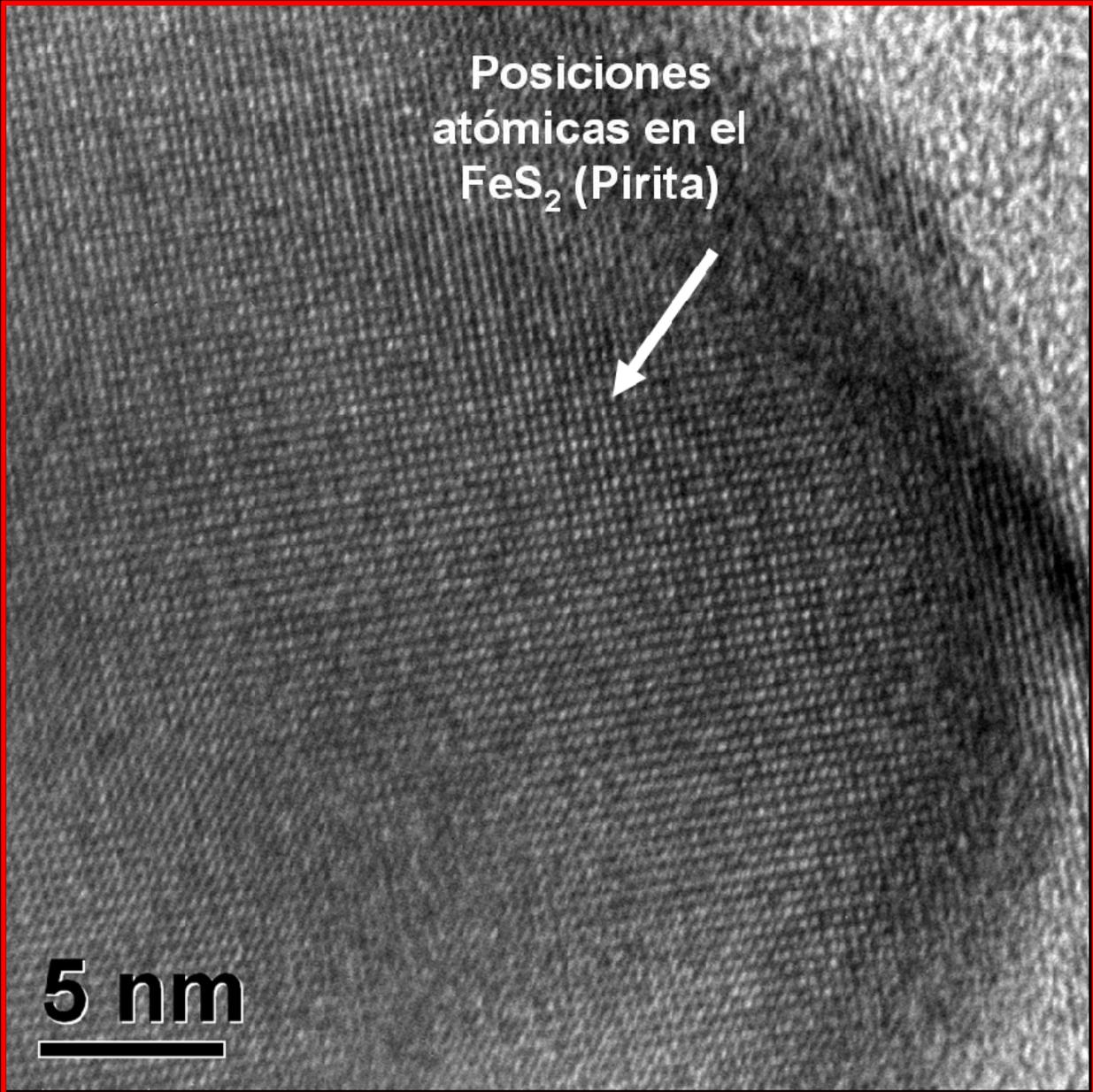
©1998 Encyclopaedia Britannica, Inc.

# Pirita: $\text{FeS}_2$



Au



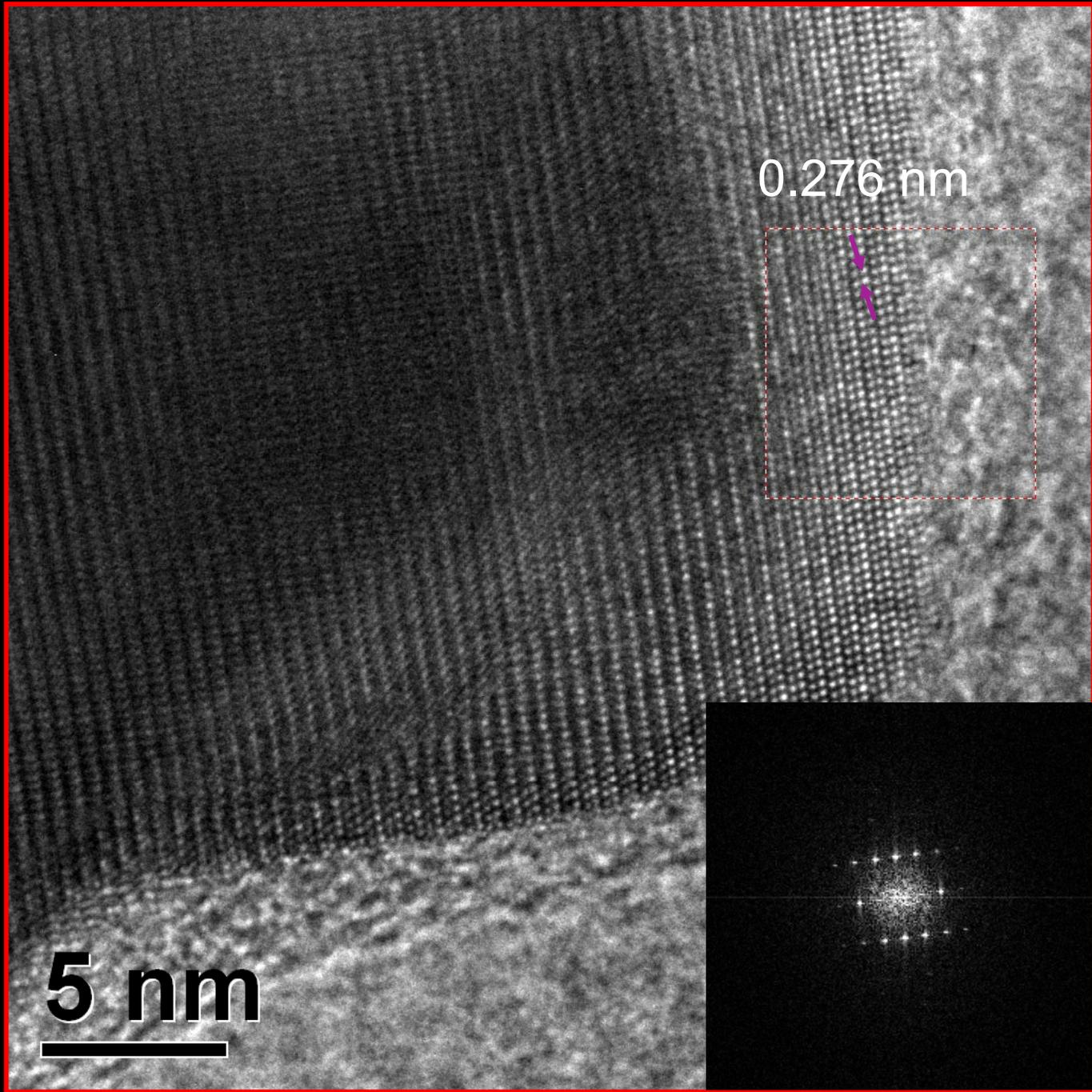


Posiciones  
atómicas en el  
FeS<sub>2</sub> (Pirita)



5 nm





0.276 nm

**5 nm**



# Las Estructuras Cúbicas



1. Sólidos cristalinos que tienen la misma estructura pero distintos parámetros de red.
2. Propiedades Físicas y Químicas diferentes.
3. Aplicaciones de la  $\text{FeS}_2$  en combustibles: El nombre de Pirita proviene del griego *πυρά* (*pura*) que significa “Fuego”, era usada por su propiedad de generar chispas al frotarlo con acero.

# Perspectivas de aplicación en: Prácticas de estudiantes en equipos costosos



## VIAJES GULLIVER

COORDINACIÓN DOCENTE  
LABORATORIO CENTRAL DE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA  
INSTITUTO DE FÍSICA UNAM

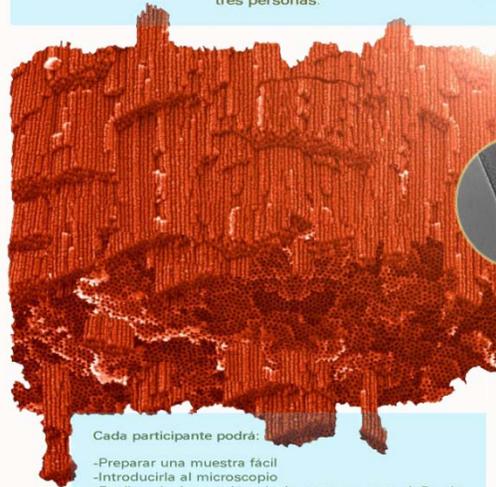
¿Eres Estudiante de Ciencias o Ingeniería?

Toma un Tour al maravilloso mundo de lo sub-microscópico este fin de semana, operando un extraordinario Microscopio Electrónico y llévate a casa una serie fotográfica tomada por ti mismo, de una muestra que podrás preparar, observar y fotografiar.

Podrás, entre otras cosas, observar el ordenamiento atómico de la estructura cristalina que prepares en nuestro Laboratorio.

Tendrás de obsequio un CD con un salvador de pantalla que presenta un cubo en 3D en el que podrás insertar las imágenes que obtengas en el microscopio.

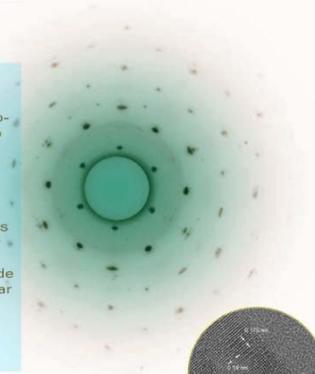
Cupo Máximo tres personas.



Cada participante podrá:

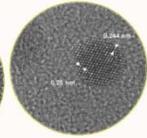
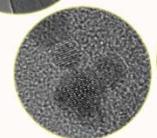
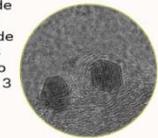
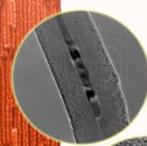
- Preparar una muestra fácil
- Introducirla al microscopio
- Realizar la inspección de la muestra con el fin de buscar la imagen adecuada.
- Toma de fotografías digitales
- Realizar un análisis previo y bastante ligero de los resultados Obtenidos.

Nota: Todo lo anterior con supervisión personalizada.



Duración:  
9 Horas

Sábado de  
10 a 13  
horas y de  
15 a 18  
Domingo  
de 10 a 13  
horas



Comunícate al Laboratorio Central de  
Microscopía Electrónica  
Instituto de Física, UNAM  
Luis Rendón Vázquez  
[rendon@fisica.unam.mx](mailto:rendon@fisica.unam.mx)  
Tel. 5622-5064 / 5622-5088

De forma personal acude a la  
Coordinación Docente  
2do. Piso Edificio Principal  
Instituto de Física, UNAM  
Circuito de la Investigación Científica  
Ciudad Universitaria, México, D.F.





# Microscopía Electrónica de Transmisión a control remoto: El caso de los óxidos complejos



Patricia Santiago

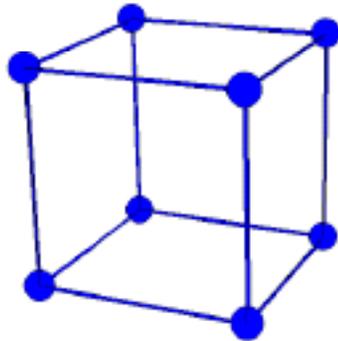
Laboratorios



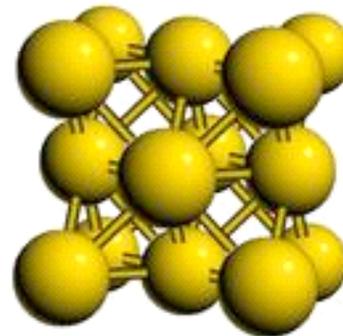
Septiembre 2007



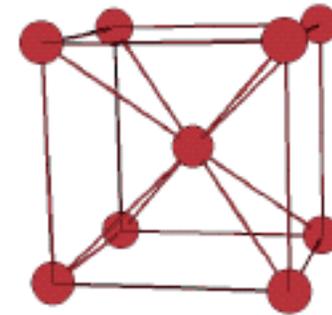
# Arreglos atómicos Estructuras Cristalinas



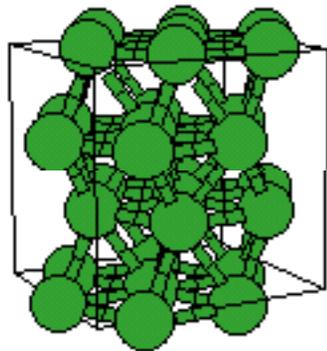
Simple Cubic  
and related structures



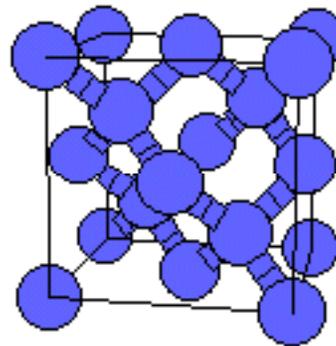
Cubic Close Packed  
and related structures



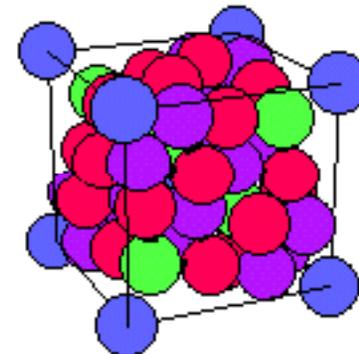
Body Centered Cubic  
and related structures



Hexagonal Close Packed  
and related structures

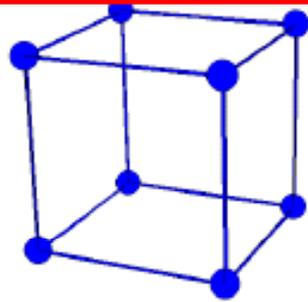


Carbon  
and Related Structures

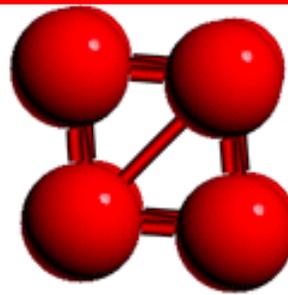


Manganese Structures

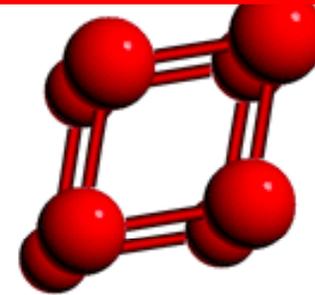
# Ejemplos



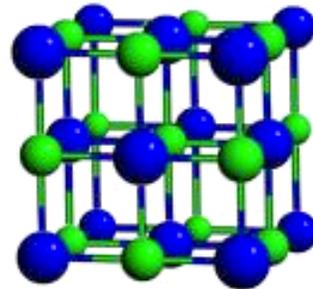
Simple Cubic ( $A_1$ )



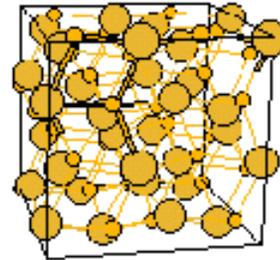
$\beta$  Po ( $A_2$ )



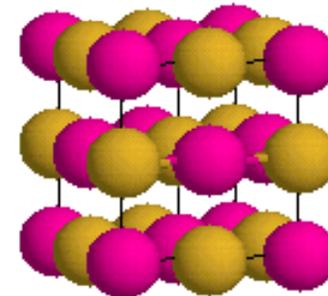
$\alpha$  Hg ( $A_{10}$ )



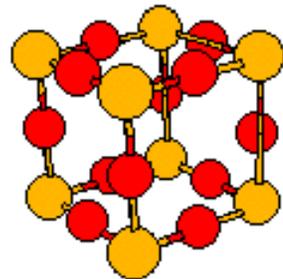
NaCl ( $B_1$ )



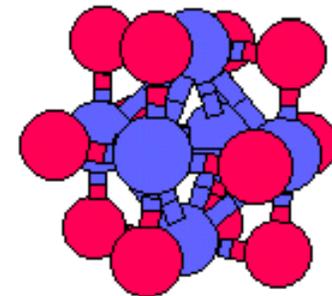
FeSi ( $B_{20}$ )



TiF ( $B_{24}$ )



$\alpha$  ReO<sub>3</sub> ( $D_{09}$ )



NbO



Entonces, el haz de electrones al incidir sobre el cristal, es “dispersado” por los planos atómicos del cristal, generando una proyección de esos planos atómicos. Esto se muestra en la figura:

