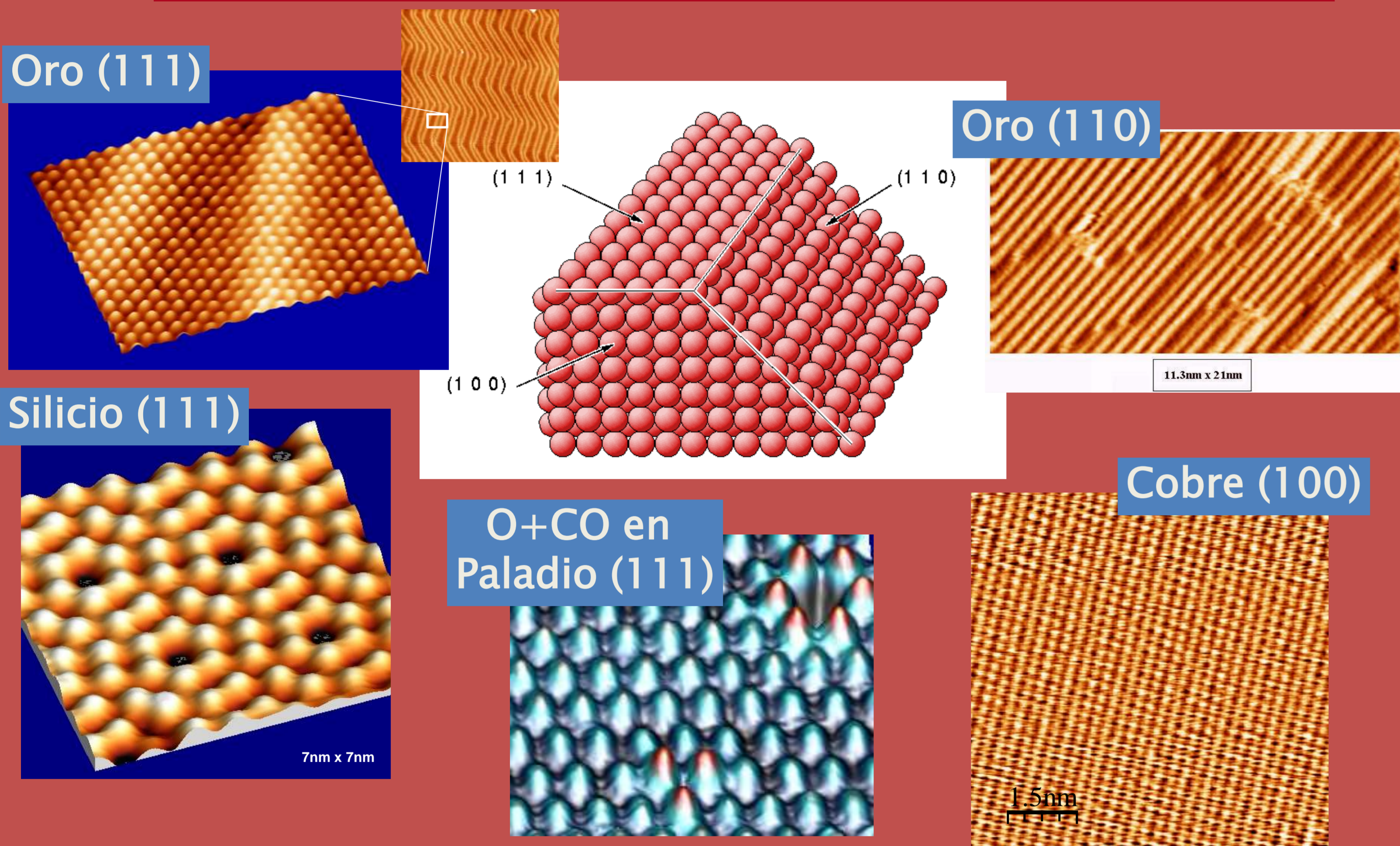


¿Se pueden ver los átomos?

“Ver” los átomos ha sido el sueño de muchos científicos hasta hace unas décadas. Entonces se inventó un nuevo tipo de microscopio capaz de llegar a ver los átomos que componen los materiales. Es el microscopio de efecto túnel (STM). Como cabía esperar los átomos parecen “bolitas” redondas y en los materiales cristalinos, están ordenados formando figuras geométricas.

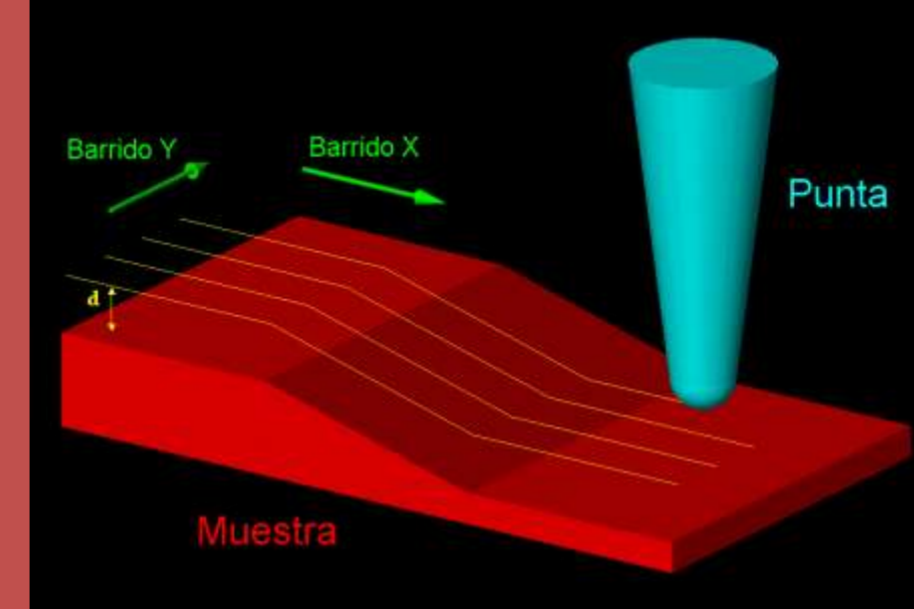
Diferentes imágenes en las que se ven átomos con un STM



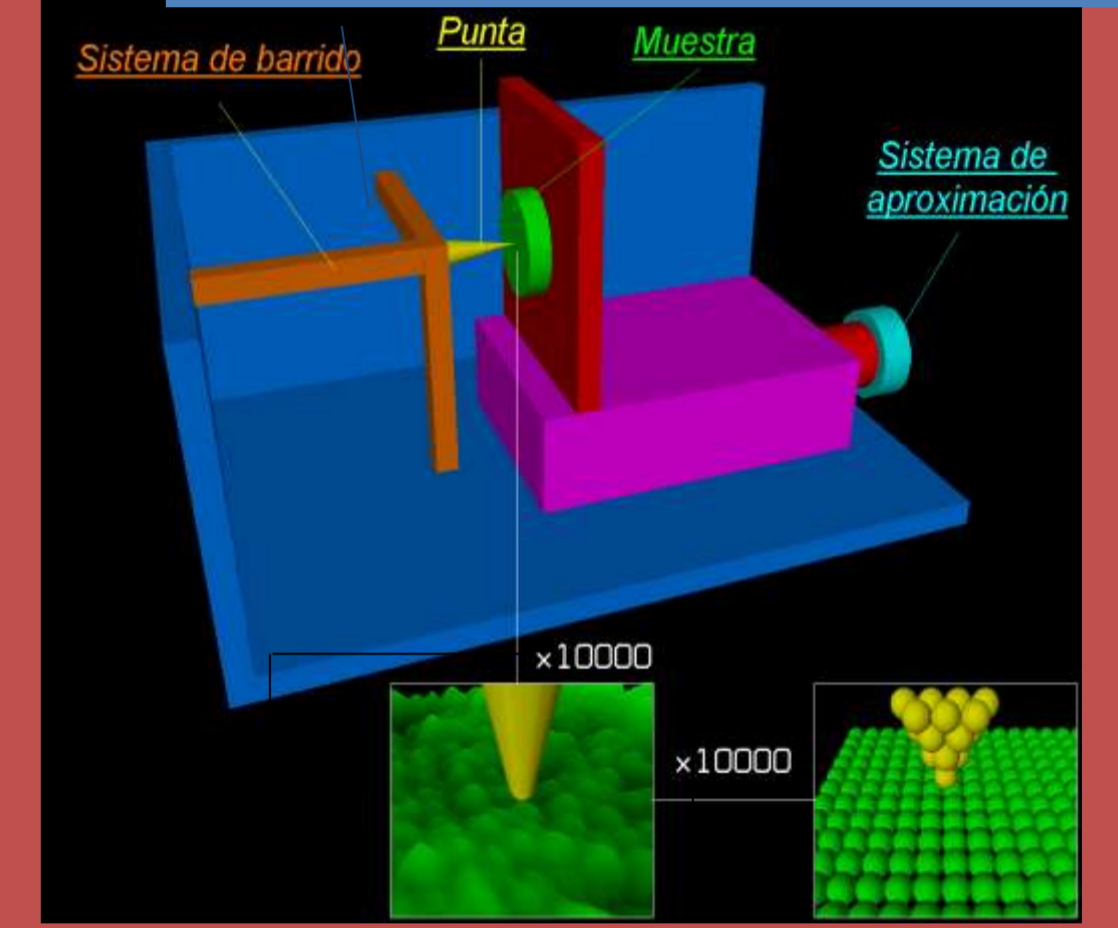
¿Cómo funciona el microscopio STM?

El microscopio de Efecto Túnel STM (del inglés *Scanning Tunneling Microscope*) permite ver la superficie de los materiales a la escala de los nanómetros (1 nanómetro = 0,00000001 metros). Para ello una punta afiladísima, que acaba “casi” en un solo átomo, siente la superficie como si fuera el dedo de una persona invidente al leer un texto en Braille.

La punta se mueve sobre la superficie



Partes del microscopio



La punta y su reflejo sobre la muestra

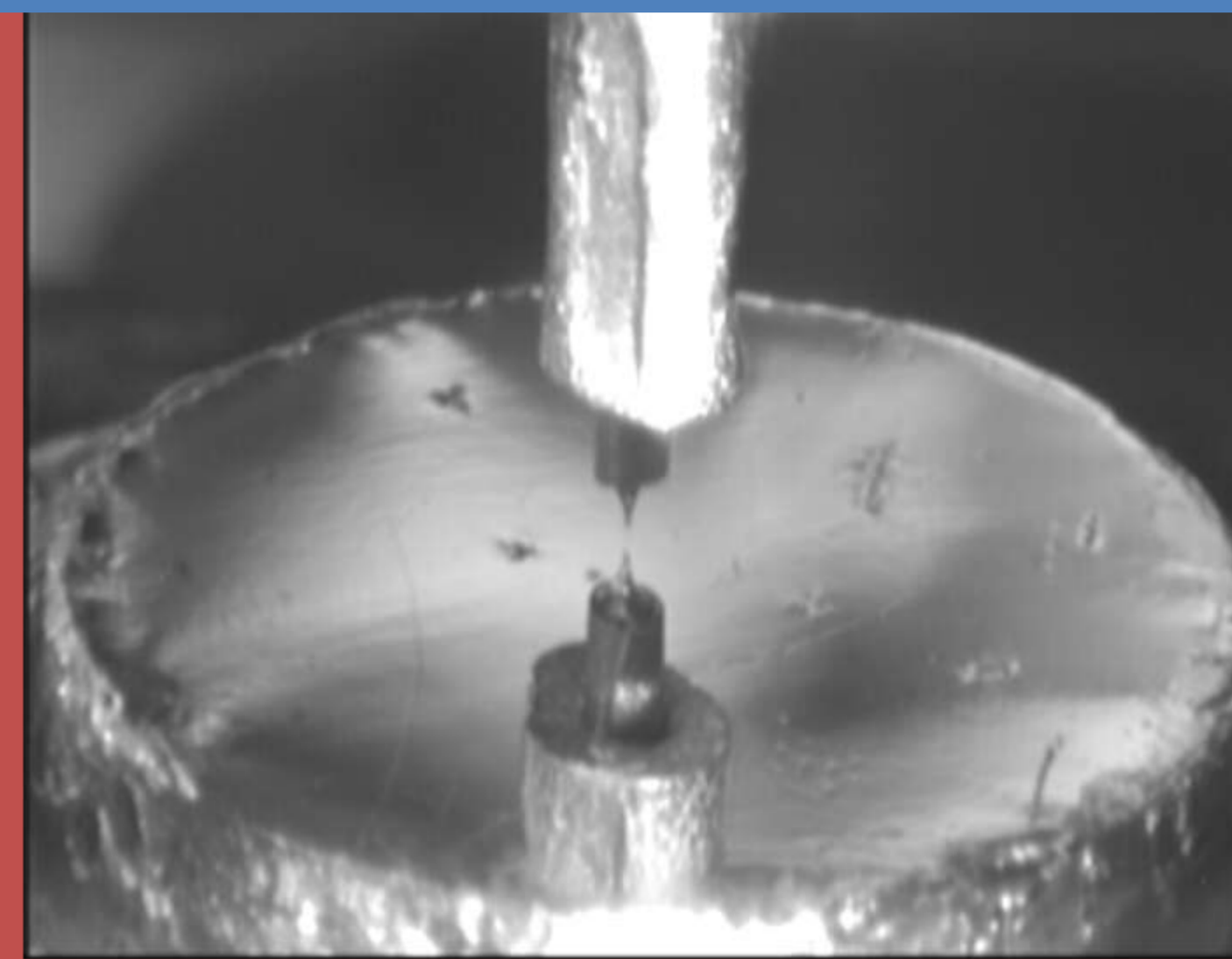
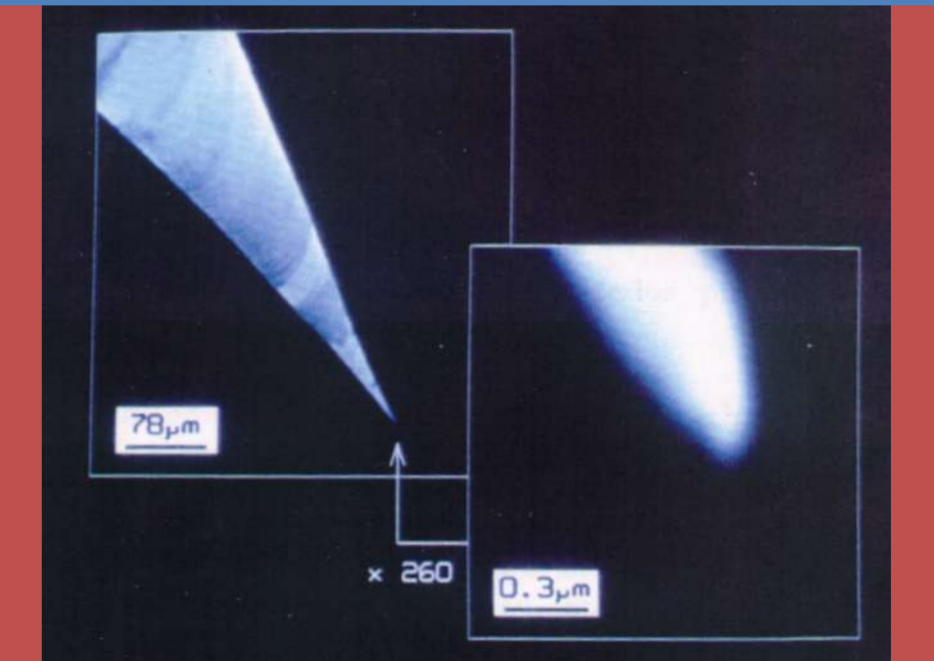


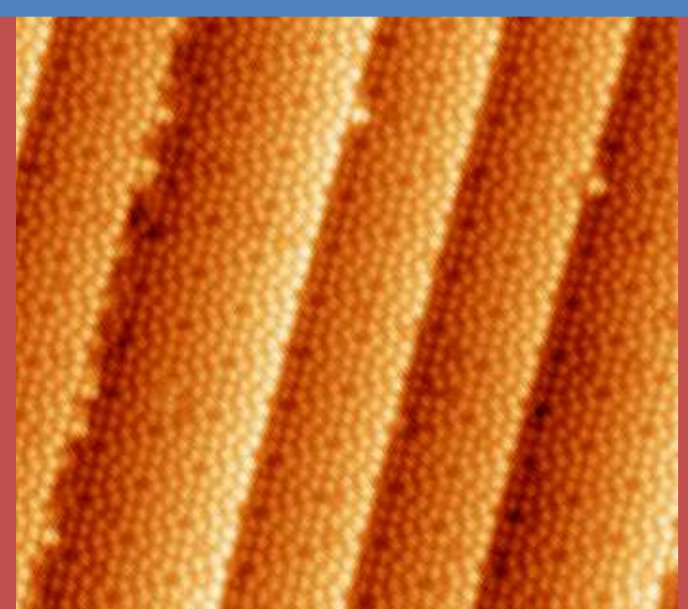
Imagen de la punta amplificada



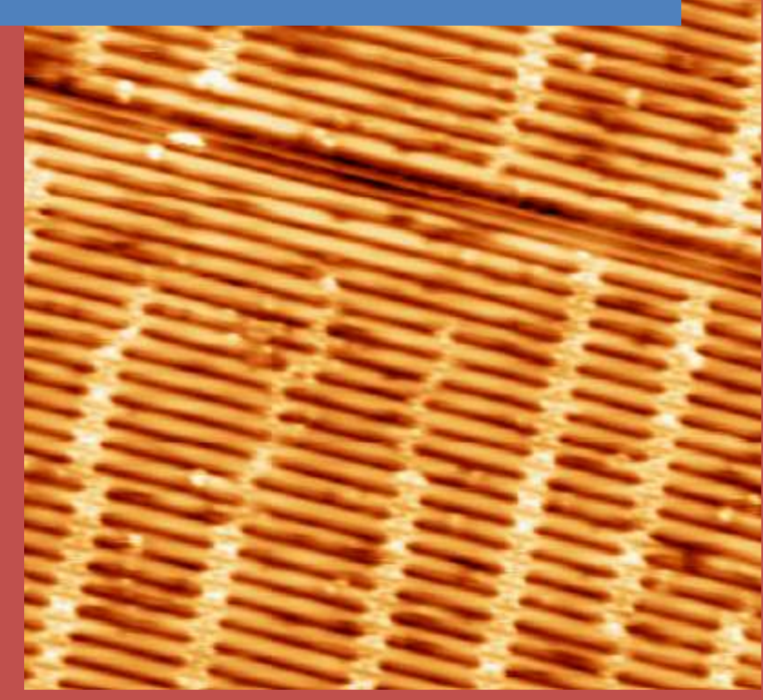
¿Qué más podemos ver?

Con el STM podemos ver escalones entre las distintas capas atómicas, reconstrucciones de los átomos, defectos y vacantes. También podemos observar moléculas adsorbidas sobre la superficie, como la molécula orgánica de $C_{60}H_{30}$, que es plana y triangular y al cerrarse forma el C_{60} , con forma de balón de fútbol; o el PTCDA, que es una molécula plana y rectangular.

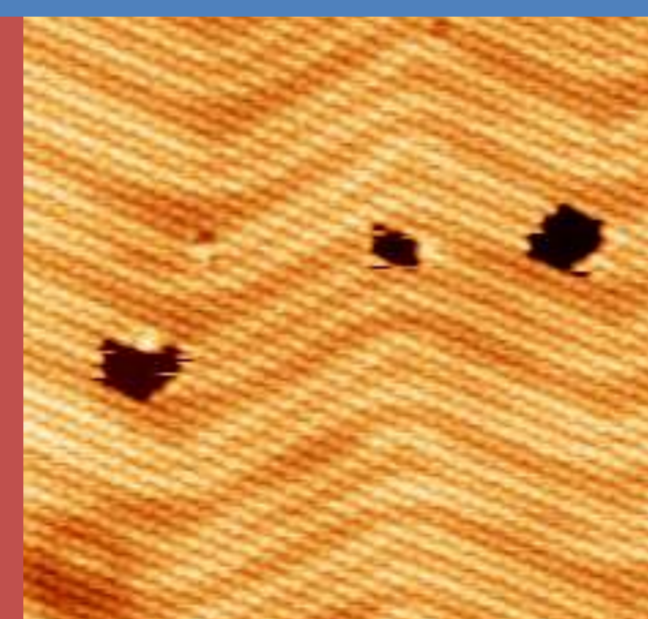
Escalones atómicos en Silicio (111)



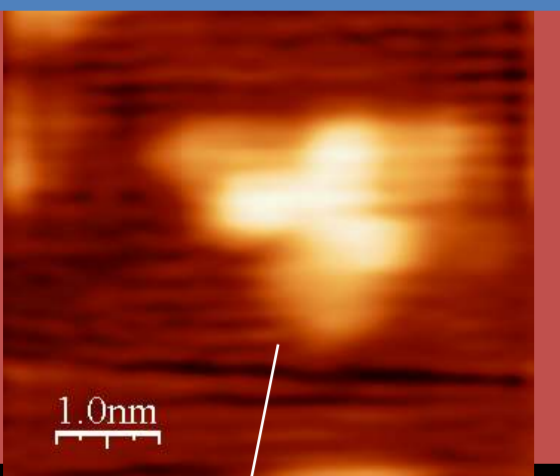
Oxido de Titanio



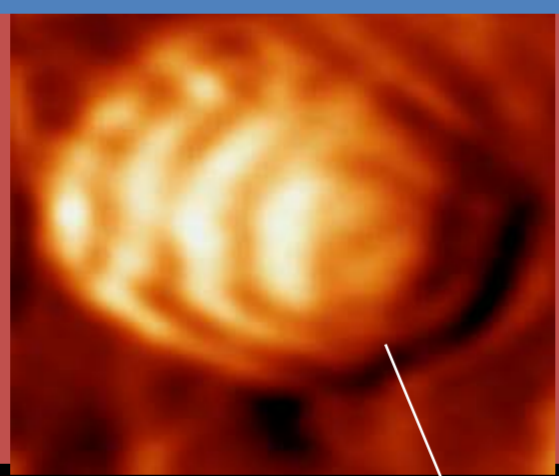
Agujeros hechos con la punta



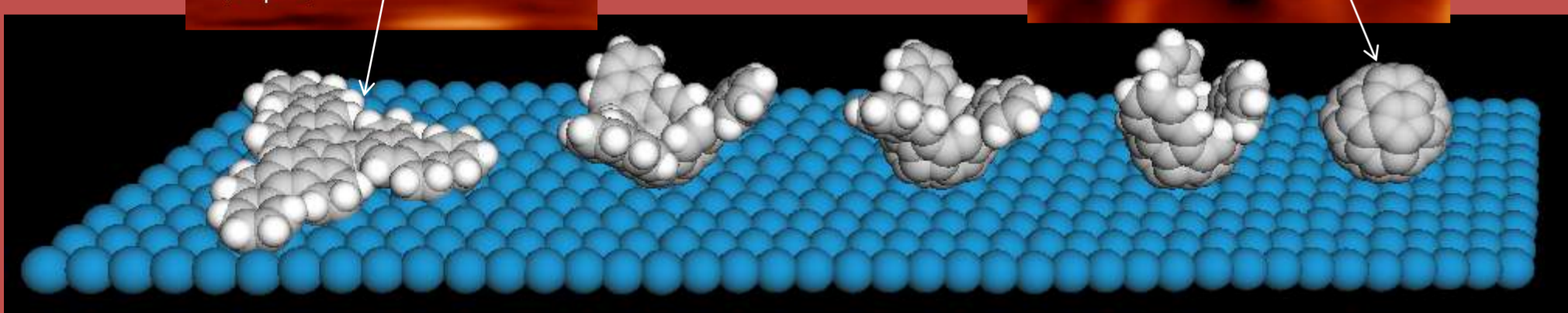
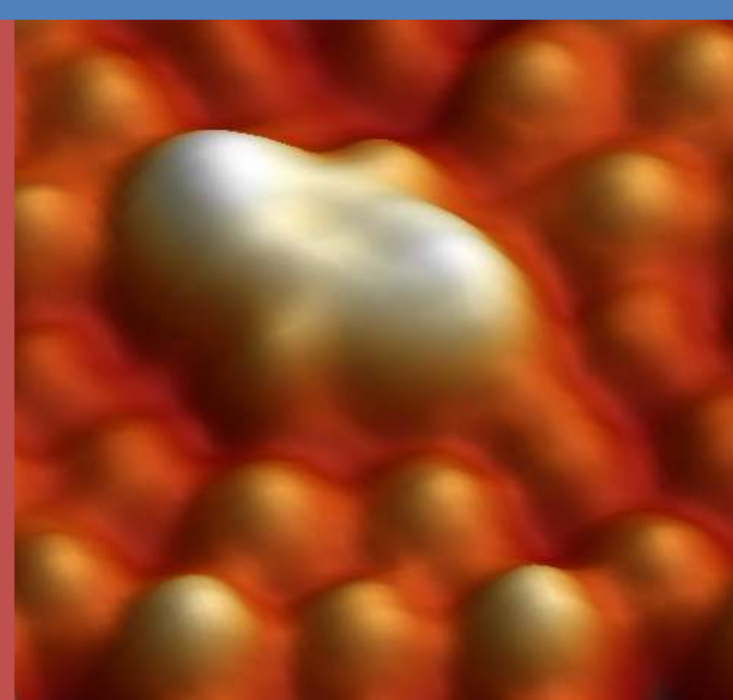
Molécula de $C_{60}H_{30}$



Molécula de C_{60}



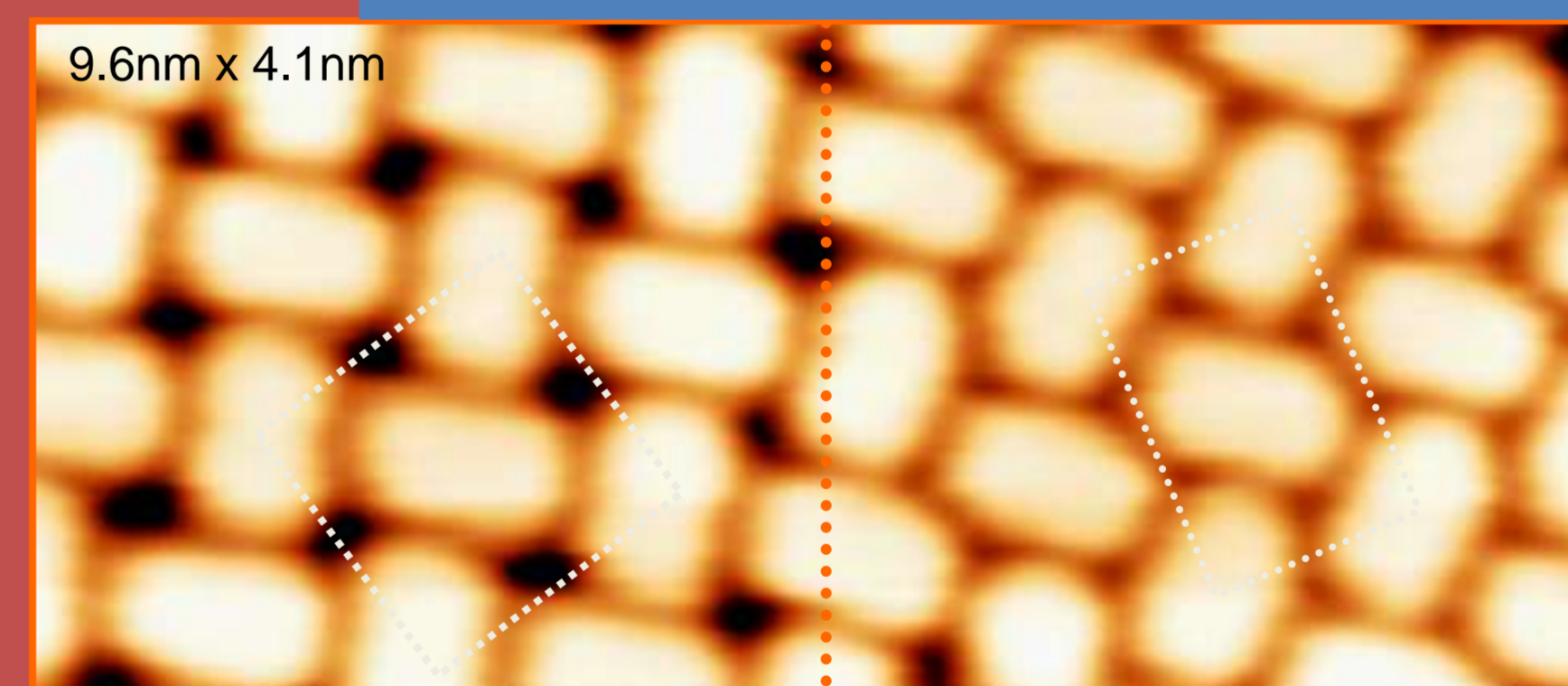
Molécula de PTCDA



¿Qué es la autoorganización?

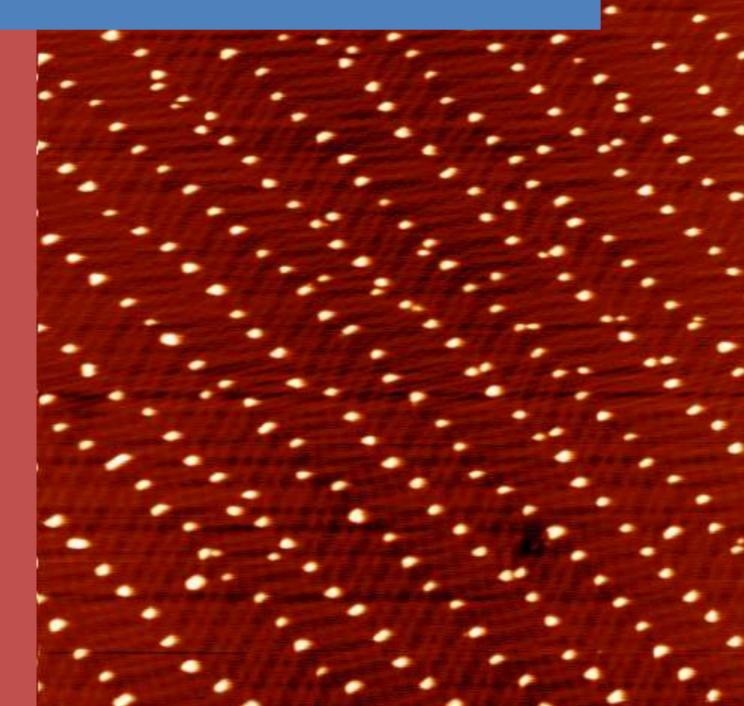
Igual que las moléculas en un organismo vivo se reconocen y se unen unas con otras, las moléculas sobre una superficie también se reconocen y se ordenan. Esto es lo que se conoce como “autoorganización”. El resultado son las “nanoestructuras”, que son objetos de tamaño “nanométrico” y que pueden llegar a tener propiedades interesantes (emitir luz, efectos cuánticos, efectos magnéticos) precisamente a causa de su baja dimensionalidad.

Moléculas de PTCDA ordenadas

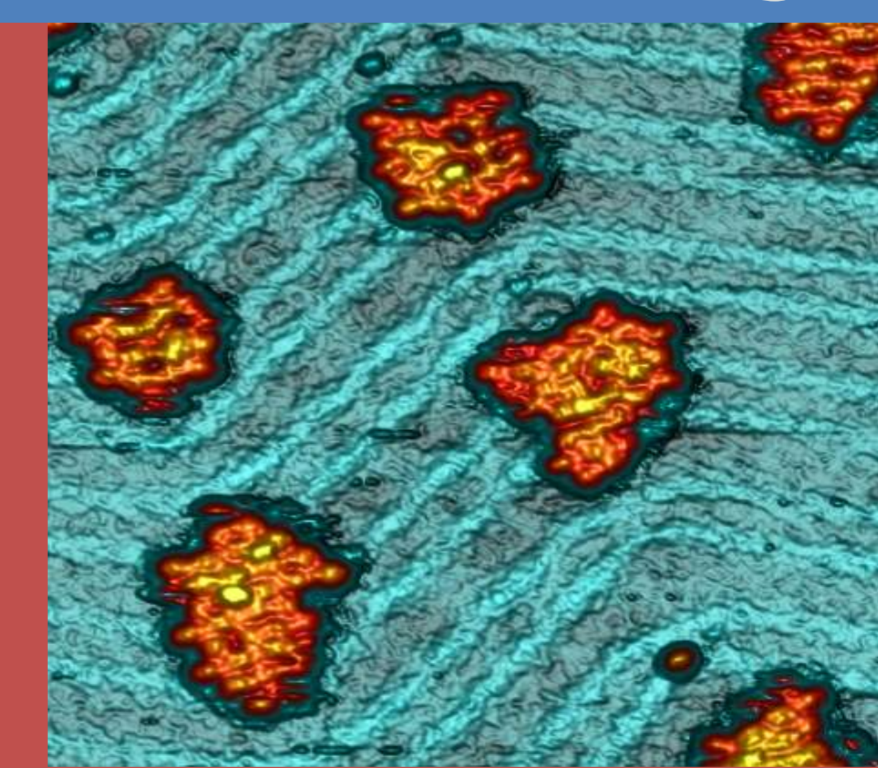


Estructura metalorgánica ordenada

Islas de hierro



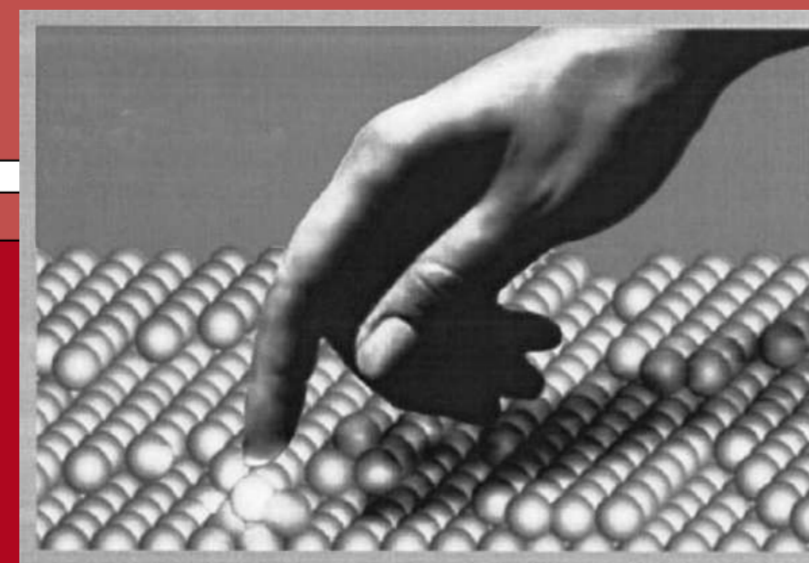
Nanoestructuras orgánicas



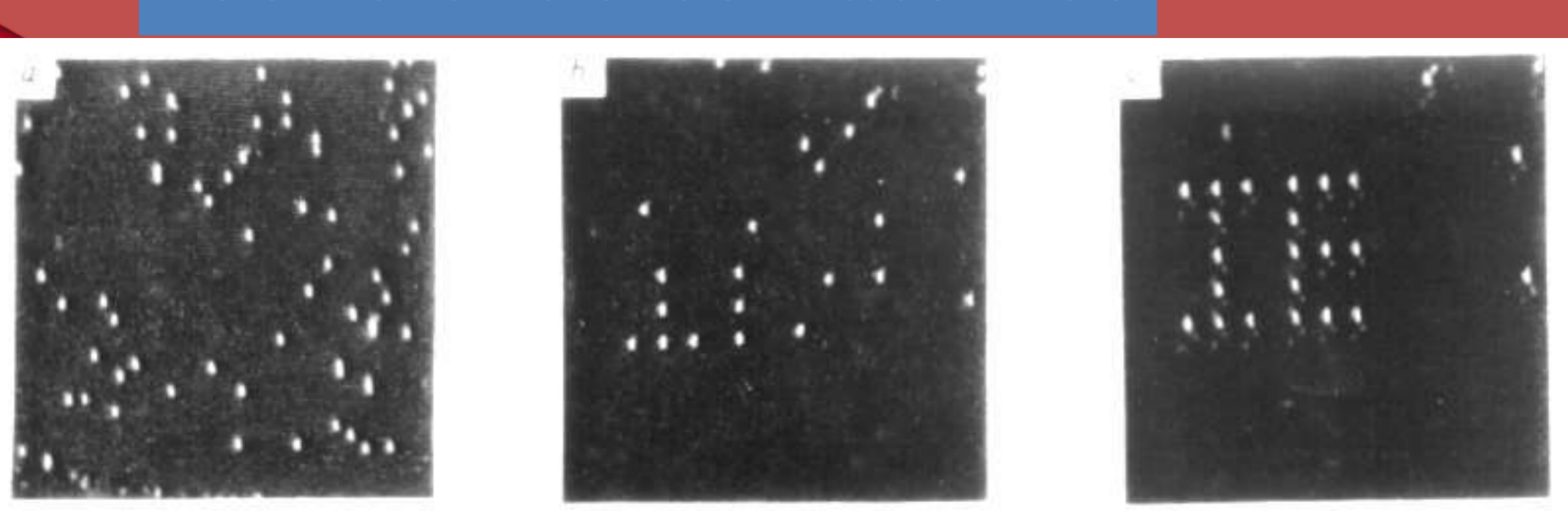
13nm

¿Podemos mover los átomos?

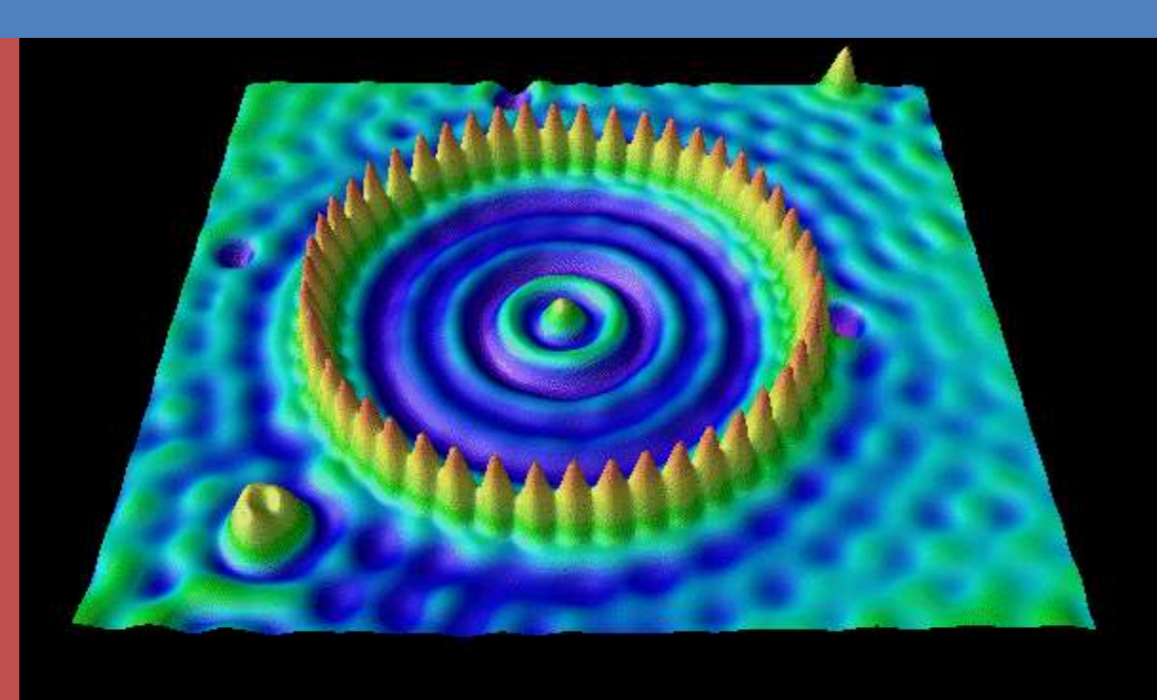
Sí, acercando la punta podemos llegar a “tocar” e incluso mover los átomos con la punta del microscopio, y llegar a colocarlos en posiciones diferentes, consiguiendo incluso escribir átomo a átomo.



Escribiendo con átomos



Corral cuántico de átomos de hierro



Aplicaciones: ¿para qué puede servir?

Las moléculas orgánicas que estudiamos y las estructuras que se forman por autoorganización pueden servir en un futuro para dispositivos como pantallas de cámaras y de radios, y es posible que lleguemos a ver los mini-ordenadores hechos de material orgánico (flexibles, ligeros y del tamaño de un tarjeta de crédito).

Dispositivos actuales



y futuros

