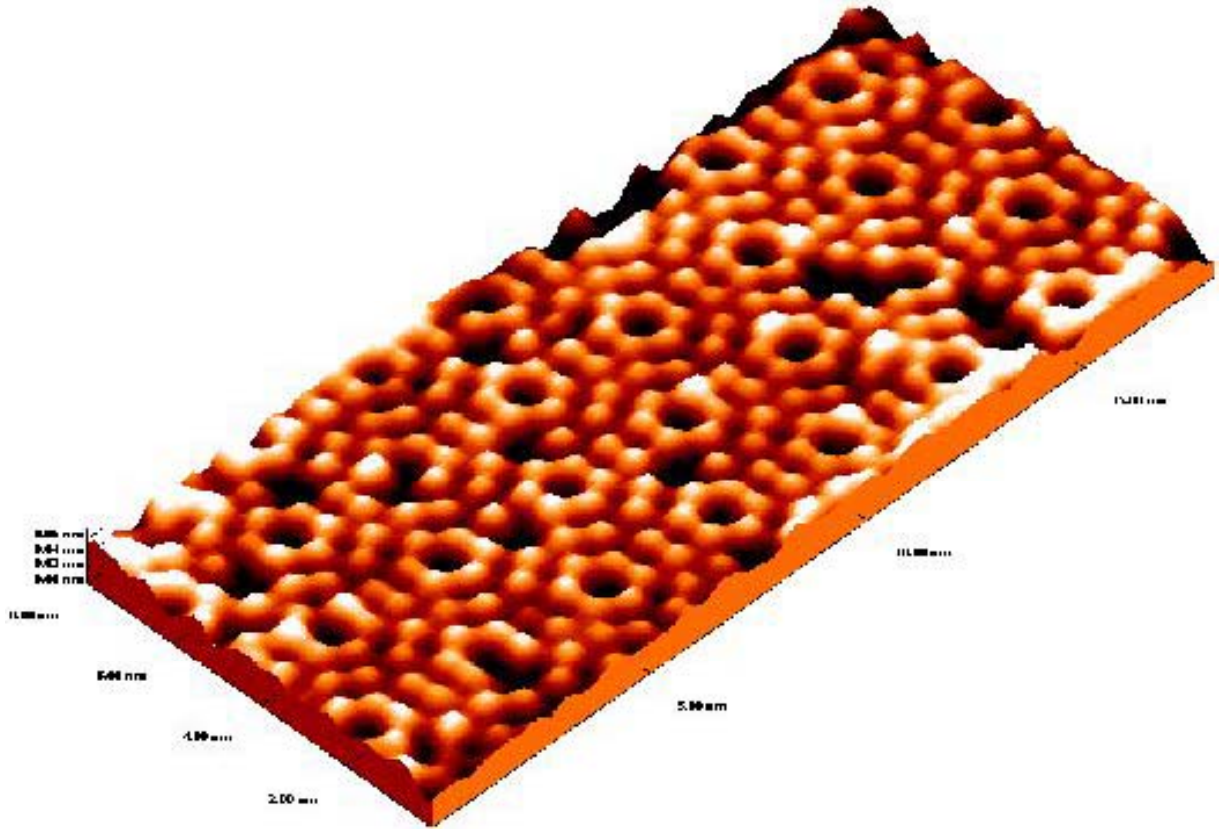
Microscopia de Varredura por Tunelamento
Scanning Tunneling Microscopy (STM)



Uma representação da superfície do silício em nível atômico obtida por STM

O que é **Microscopia de Varredura por Tunelamento**?

- Permite a imagem das superfícies de metais e semicondutores no nível atômico..
- Desenvolvido por Gerd Binnig e Heinrich Rohrer no IBM Zurich Research Laboratory, em 1982.

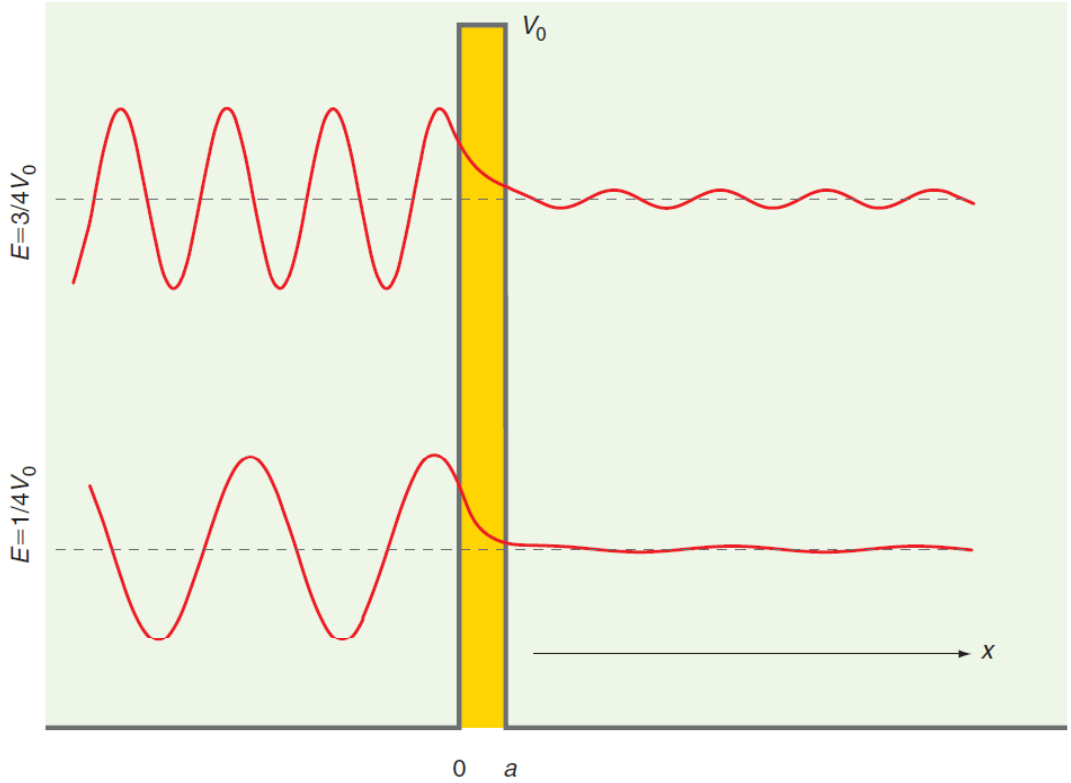
Binnig Rohrer

- Os dois compartilharam o do Prêmio Nobel de Física 1986 pelo desenvolvimento da técnica de STM.
- STM é considerada a mão de uma série de novas técnicas de sondas atômicas: Microscopia de Força Atômica, Espectroscopi de varredura por tunelamento, Microscopia de Força Magnética, Microscopia de Varredura Acústica.

Tunelamento Quântico

Equação de Schoedinger de 1-D padrão onde V(x) é o potencial da barreira, e E é a energia da partícula

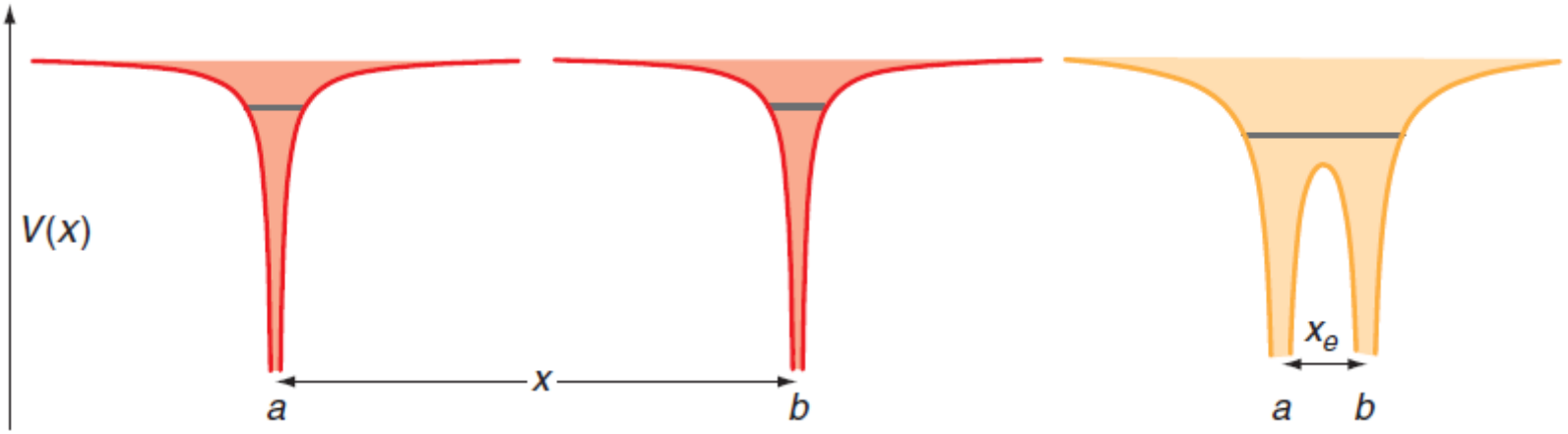
$$-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2\psi_n(x)}{\partial x^2}+V(x)\psi_n(x)=E\psi_n(x)$$



$$k=\sqrt{\frac{2m(E-U)}{\hbar^2}}$$

$$\psi_n(z)=\psi_n(0)e^{\mp kx}$$

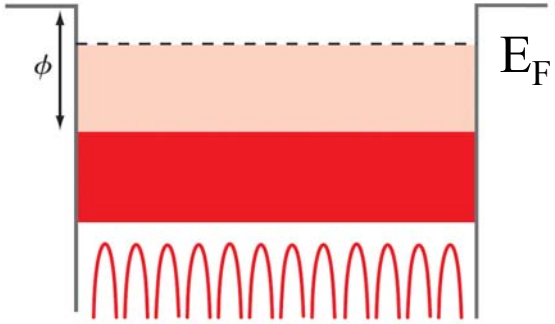
Qual é basicamente a diferenção entre um metal e um isolante?



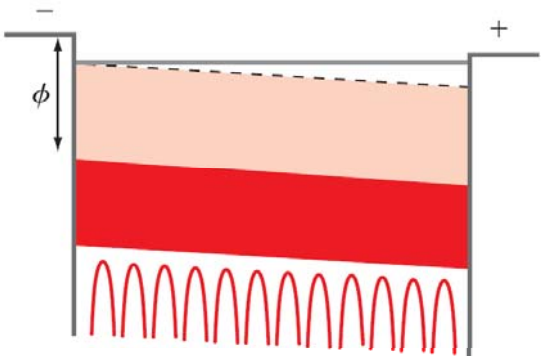
Isolante : elétrons estão confinados ao ***seu*** átomo mesmo nos níveis mais externos

Metal : nos níveis mais externos os elétrons não estão confinados ao ***seu*** átomo

Metal como um poço de potencial

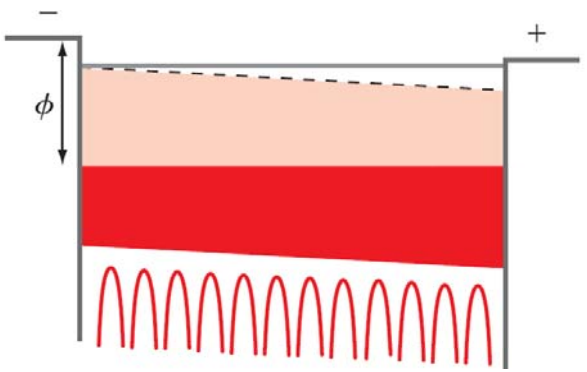


Em um metal, os níveis de energia dos elétrons são preenchidos até uma energia particular, conhecida como a E_F "energia Fermi '. Para um elétron deixar o metal, ele precisa de uma quantidade adicional de Φ energia, o chamado 'função de trabalho ".

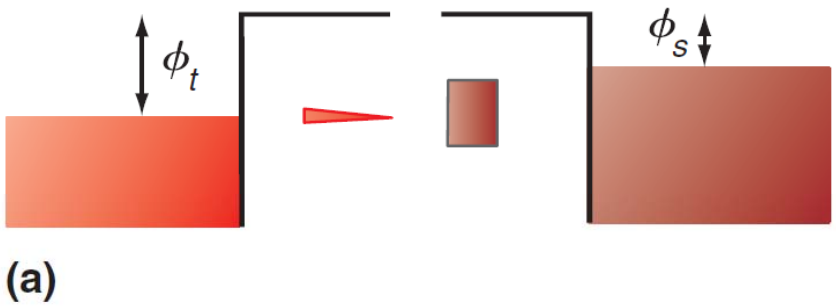


O efeito sobre o os níveis de energia quando uma diferenção de potencial V (campo elétrico) é aplicado é provocar uma inclinação nos níveis ao longo de um metal.

.

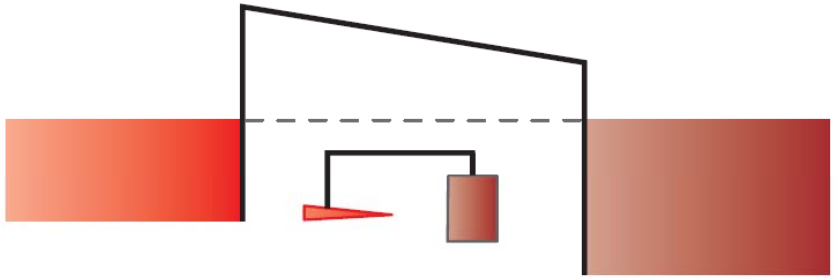


A resposta do metal para a mudança nos níveis de energia induzida pela aplicação da diferença de potencial é deslocar o nível de Fermi em um dos lados por uma quantidade eV.



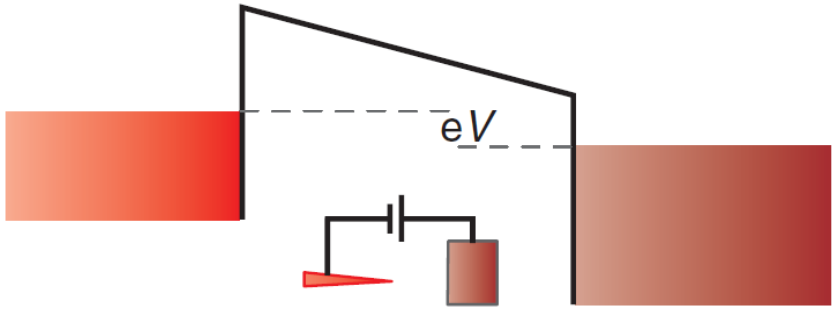
(a)

Quando a amostra e a ponta são colocados perto uns dos outros, há apenas uma região estreita do espaço vazio deixado entre eles. Em ambos os lados, os elétrons estão presentes até a energia de Fermi de cada metal. Eles precisam superar um Φ barreira para viajar de ponta a amostra ou vice-versa.



(b)

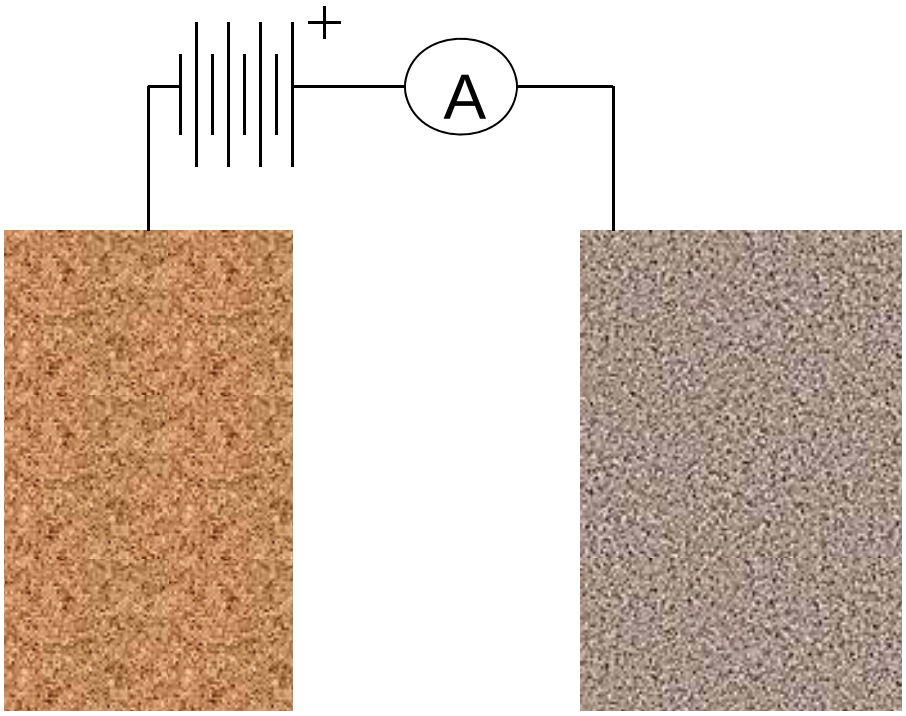
Quando a amostra e a ponta são curto-circuitados as energias de Fermi são igualadas

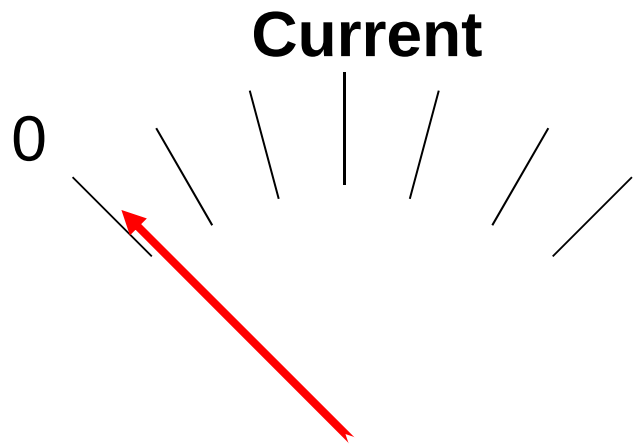


(c)

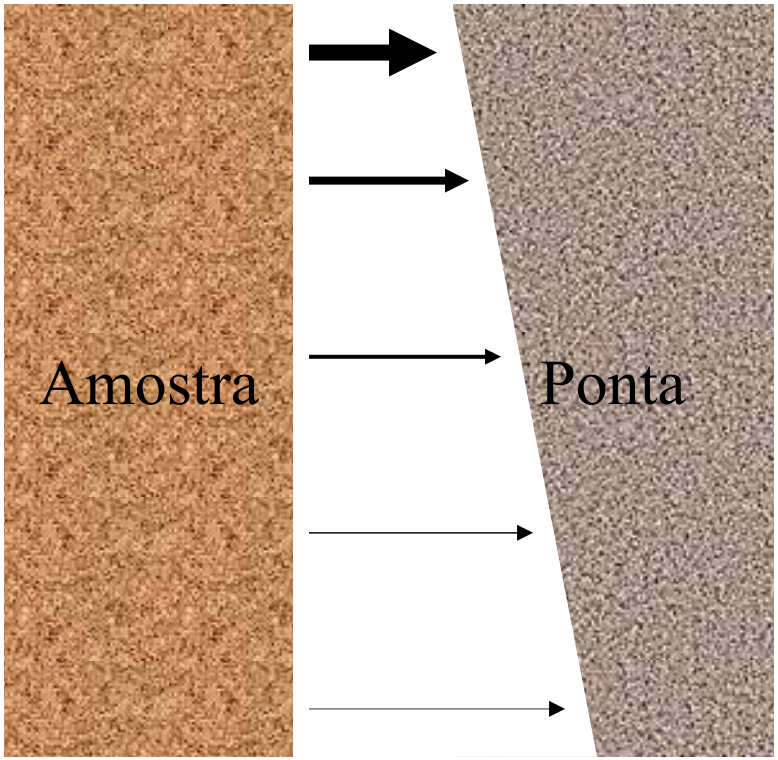
Se a distância d entre o espécime e de ponta é pequeno o suficiente, os elétrons podem "túnelar" através da barreira de vácuo. Quando uma tensão V é aplicada entre a amostra e a ponta, os resultados de efeito de túnel em uma corrente de elétrons

Na prática





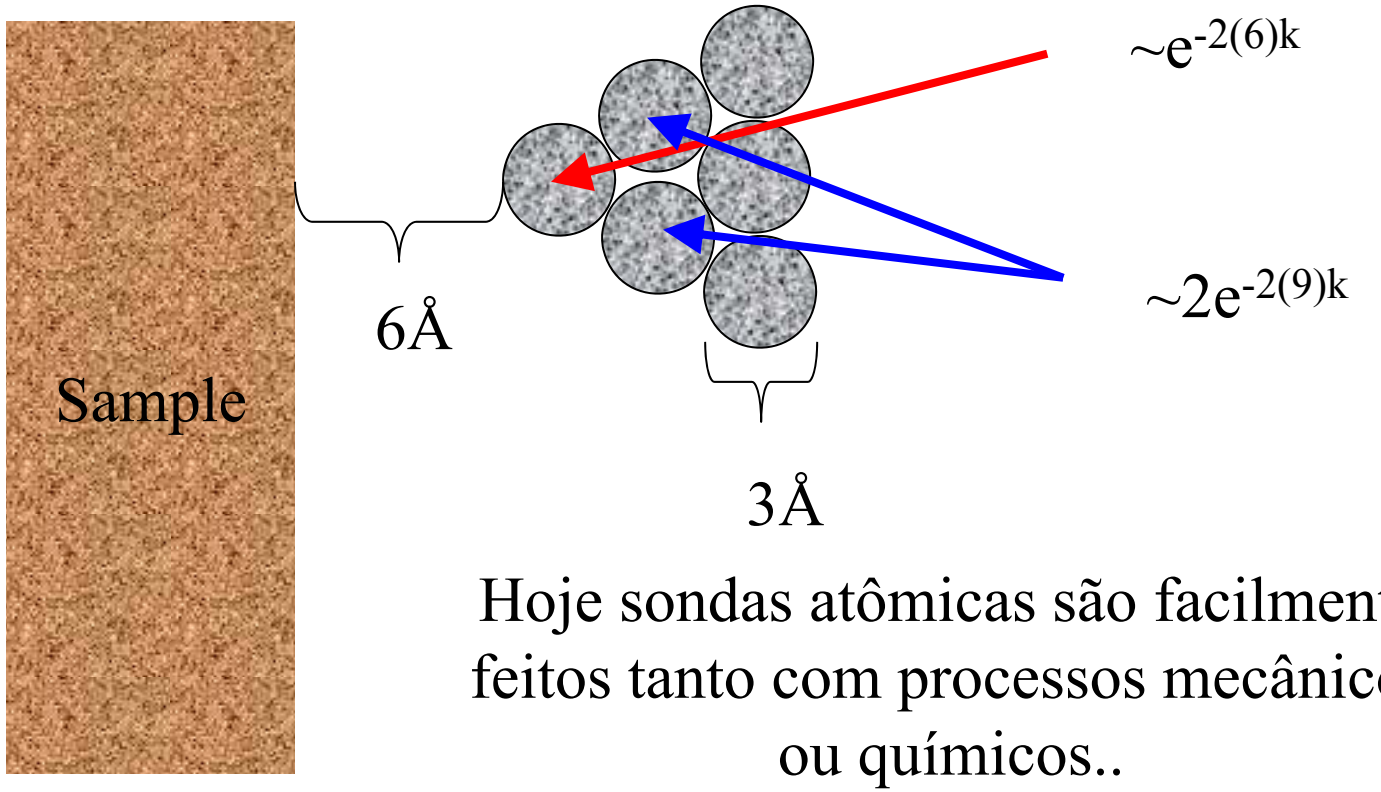
Um problema



A corrente vem de onde?

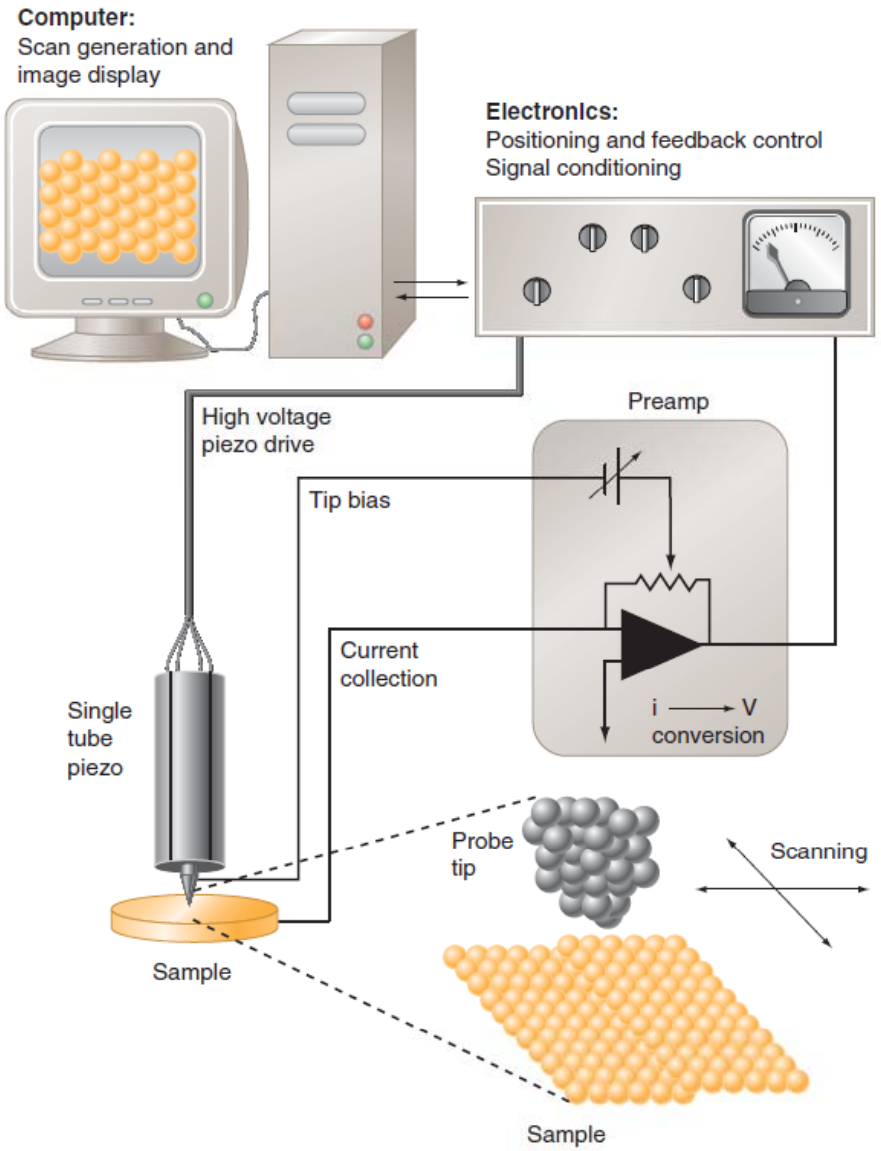
A solução

Se olharmos para a matemática novamente, veríamos que, se tivéssemos uma sonda que tenha exatamente um átomo no final, então os átomos trás dele quase não contribuiriam para a corrente.



Hoje sondas atômicas são facilmente feitos tanto com processos mecânicos ou químicos..

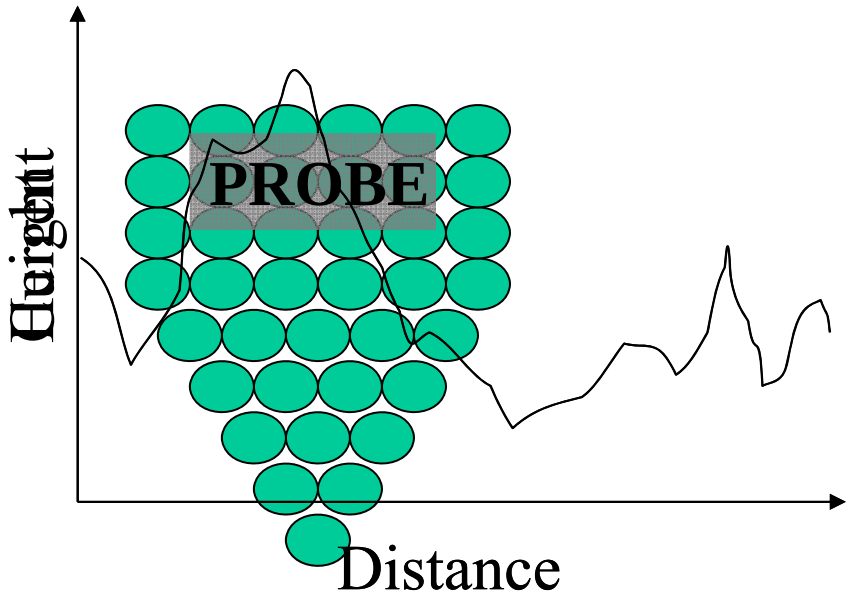
O aparato experimetnal

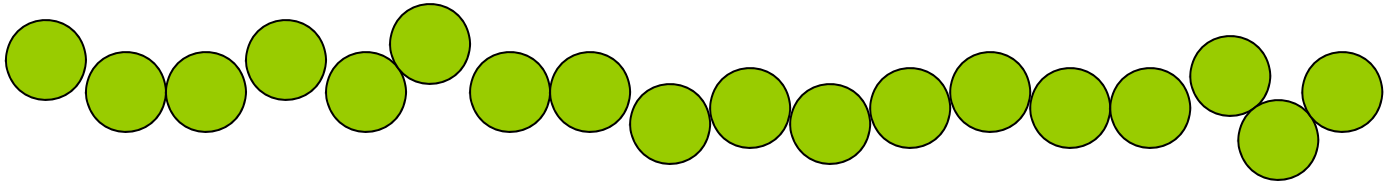


Sondando a Superfície

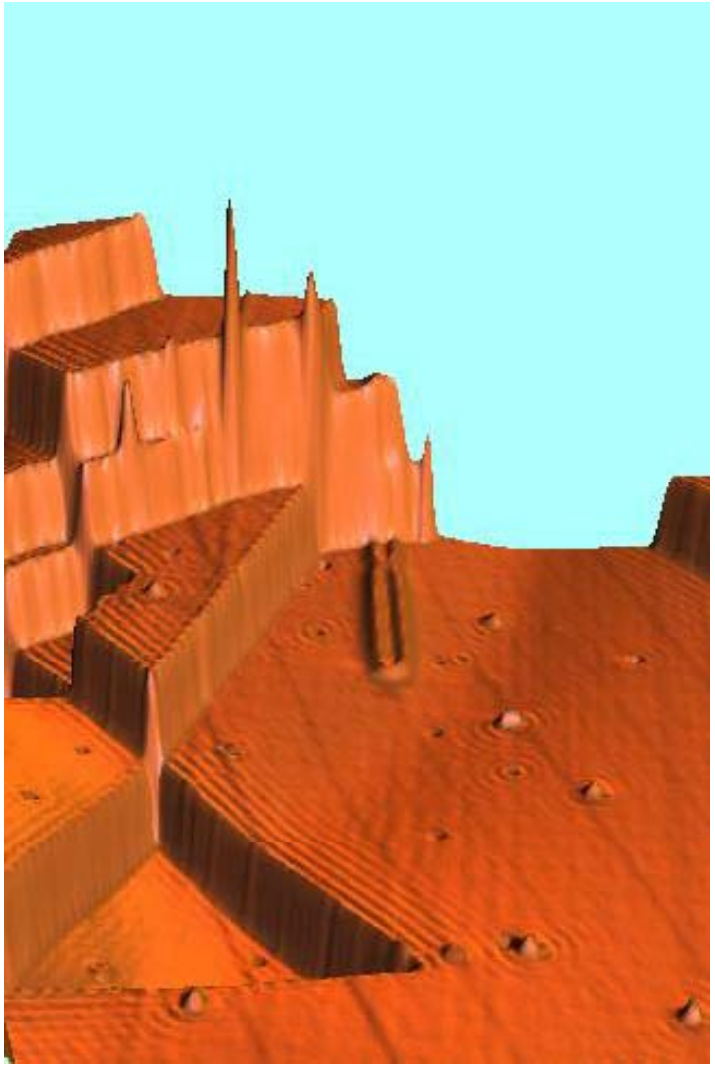
A corrente constante

A altura constante.

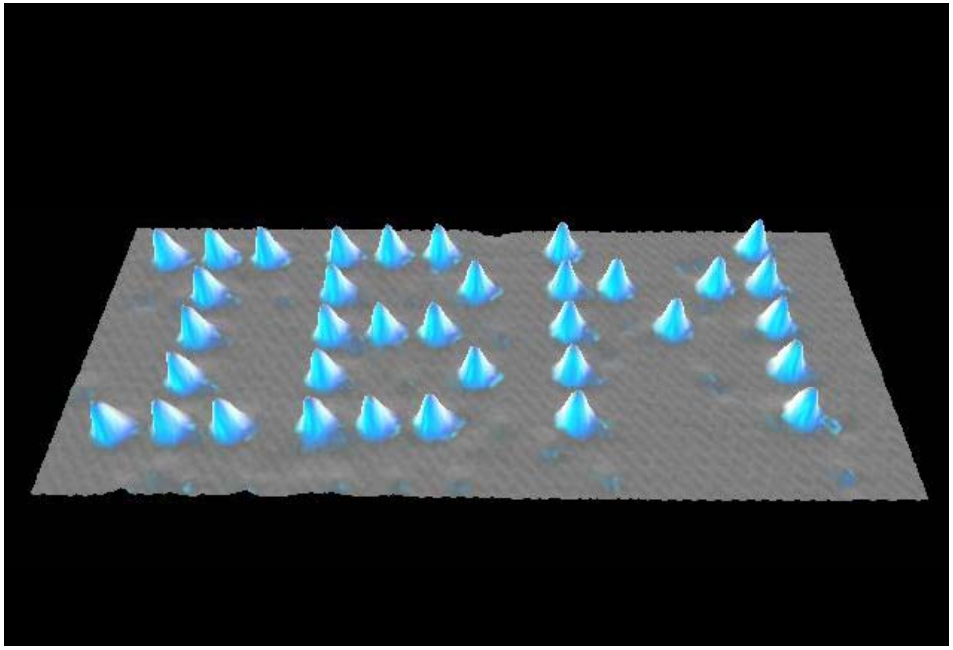




Imagens com STM



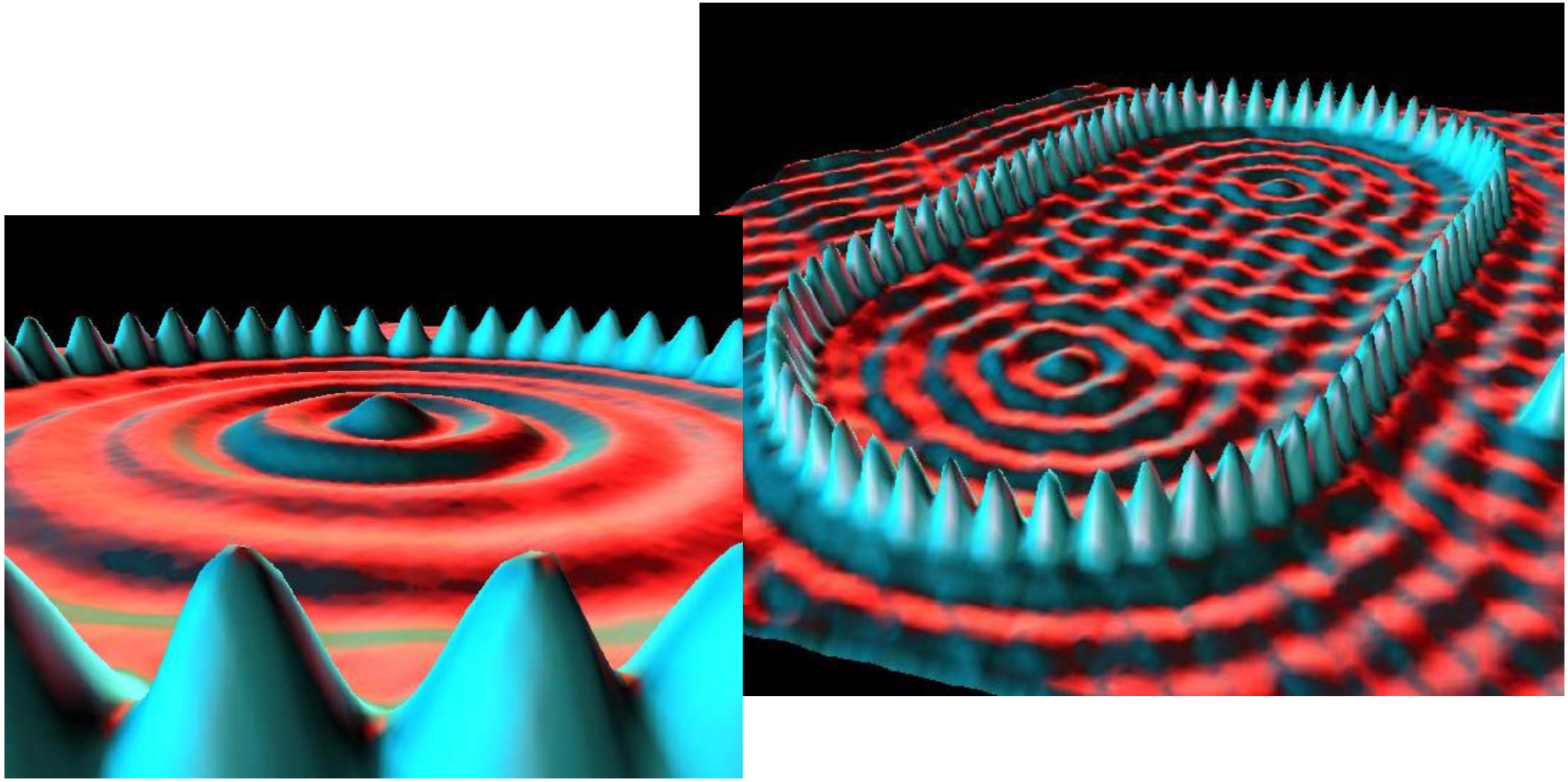
Superfície de CU



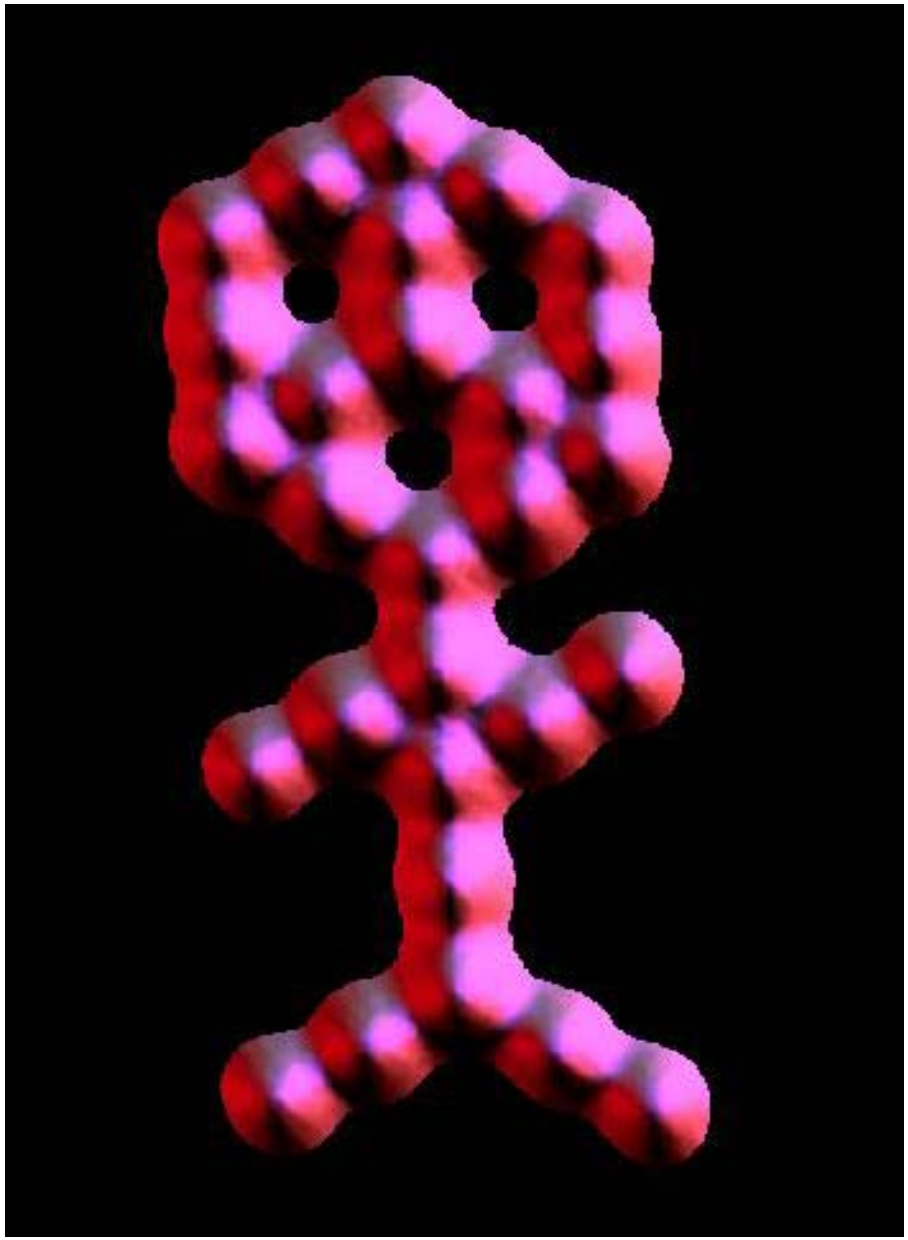
Xenônio em Níquel

Litografia de único átomo

Currais Quânticos



Ferro em cobre



O home de monóxido de carbono: CO em platina