

DE TRANSISTORES...

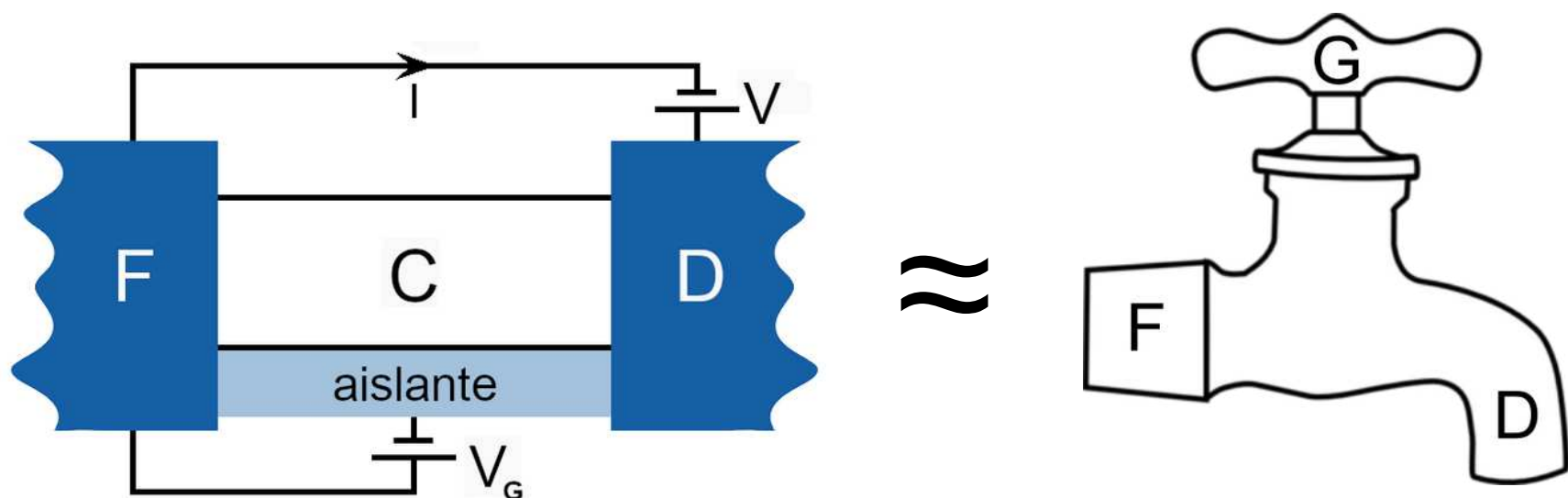
Los transistores son pequeños interruptores, y componentes fundamentales de todos los dispositivos electrónicos modernos. Fueron inventados en 1947 por John Bardeen, William Shockley y Walter Brattain:



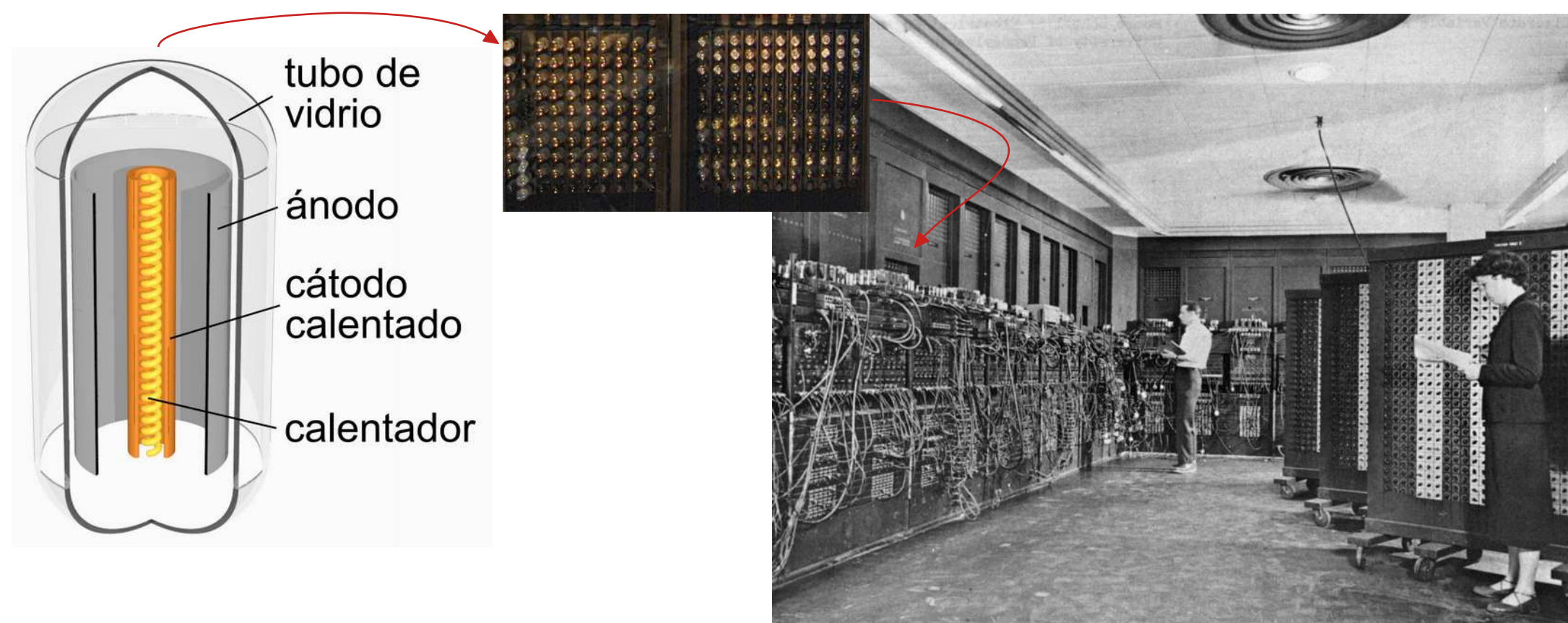
Premio Nobel de Física 1956:

“por sus investigaciones sobre los semiconductores y por sus descubrimientos acerca del efecto transistor”

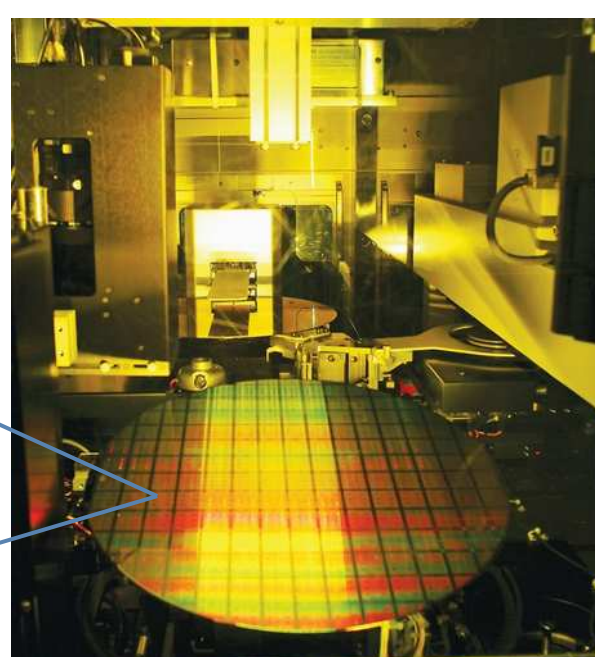
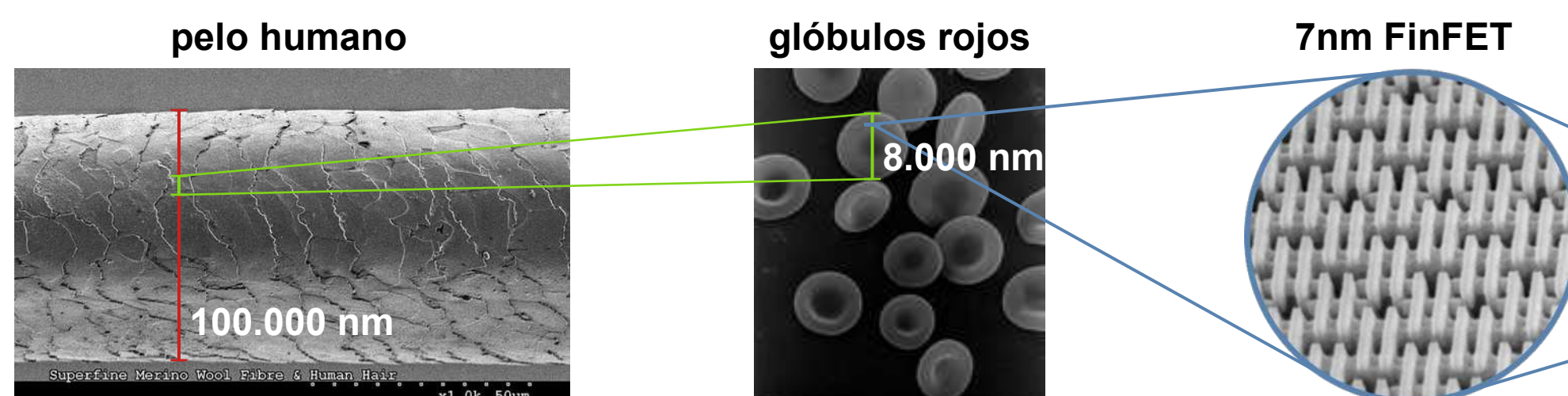
Un transistor se puede entender como una resistencia (canal) cuya resistividad se controla. Para medir la resistencia, el canal está conectado a dos electrodos, la fuente (F) y el drenaje (D), y se aplica una diferencia de potencial (V) para permitir un flujo de electrones (I). Debajo del canal hay un material aislante por el que los electrones no pueden fluir, pero al que se puede aplicar un voltaje (V_G) para cambiar la capacidad de dejar pasar electrones a través canal. Al aplicar V_G actuamos como con un grifo, el cual podemos abrir o cerrar para dejar pasar agua, en este caso corriente eléctrica.



1945 – ENIAC: el primer ordenador electrónico de uso general, utilizaba 20000 tubos de vacío (en lugar de transistores) y pesaba 30 toneladas. Tuvo un coste total de 7 millones de dólares. En una hora consumía la cantidad de electricidad utilizada por 15 hogares en un día (150kW).

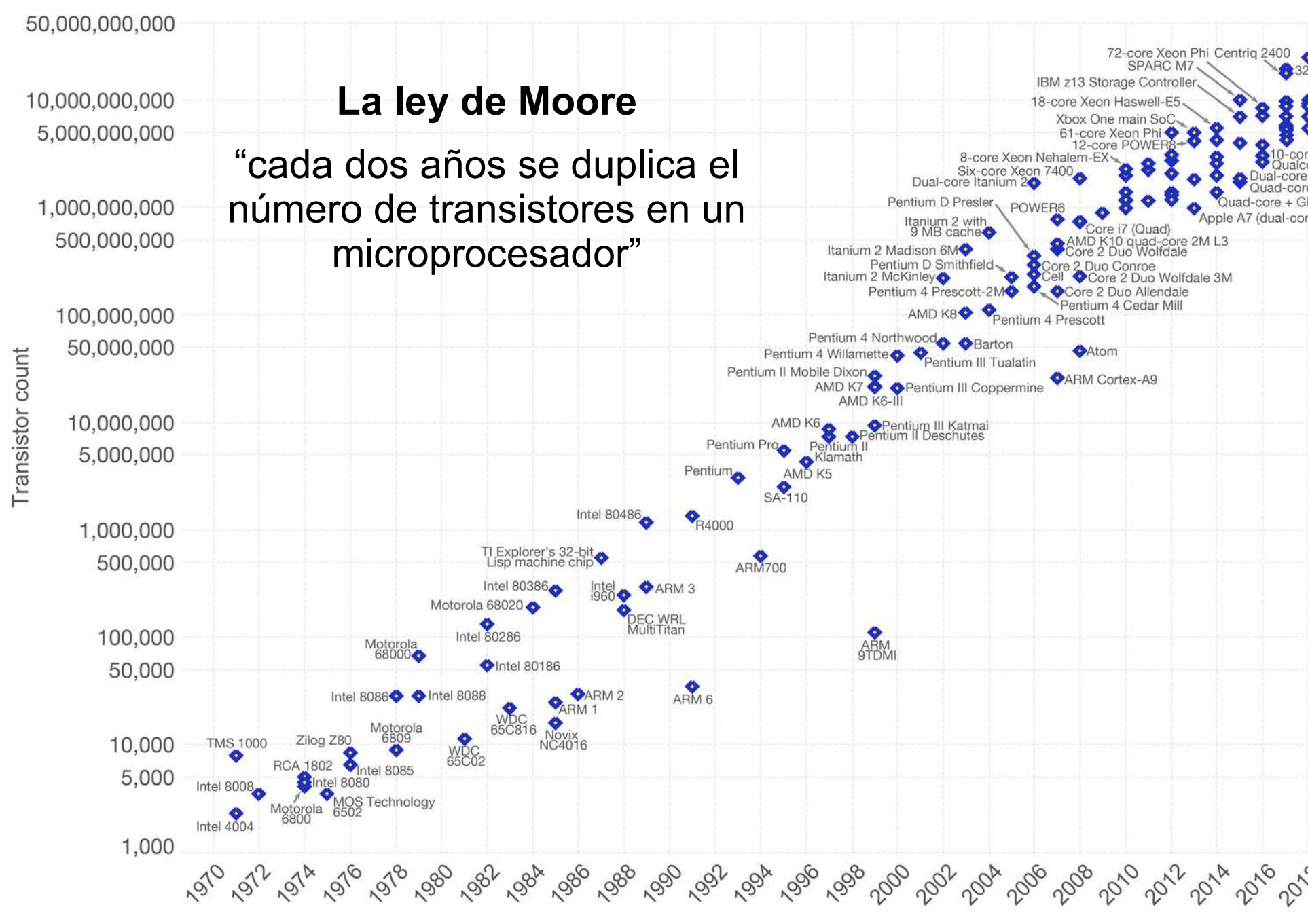


2018 – transistores de 7 nm: TSMC y Samsung empiezan la producción a gran escala de dispositivos de 7 nm mediante litografía ultravioleta extrema (EUV).



~100.000.000 transistores/mm² !!!

1 móvil típico tiene ~100.000.000.000 transistores



Cuanto más pequeño...

- **coste más bajo**
- **mayor rendimiento**
- **mayor eficiencia**

¿El fin de la ley de Moore?

¿Hasta dónde podemos seguir mejorando la tecnología de litografía?

¿Es viable a largo plazo?

¿Es posible lograr precisión atómica siguiendo este camino?

¿Cuál es el límite donde los efectos cuánticos empiezan a ser predominantes?

...HACIA EL FUTURO...

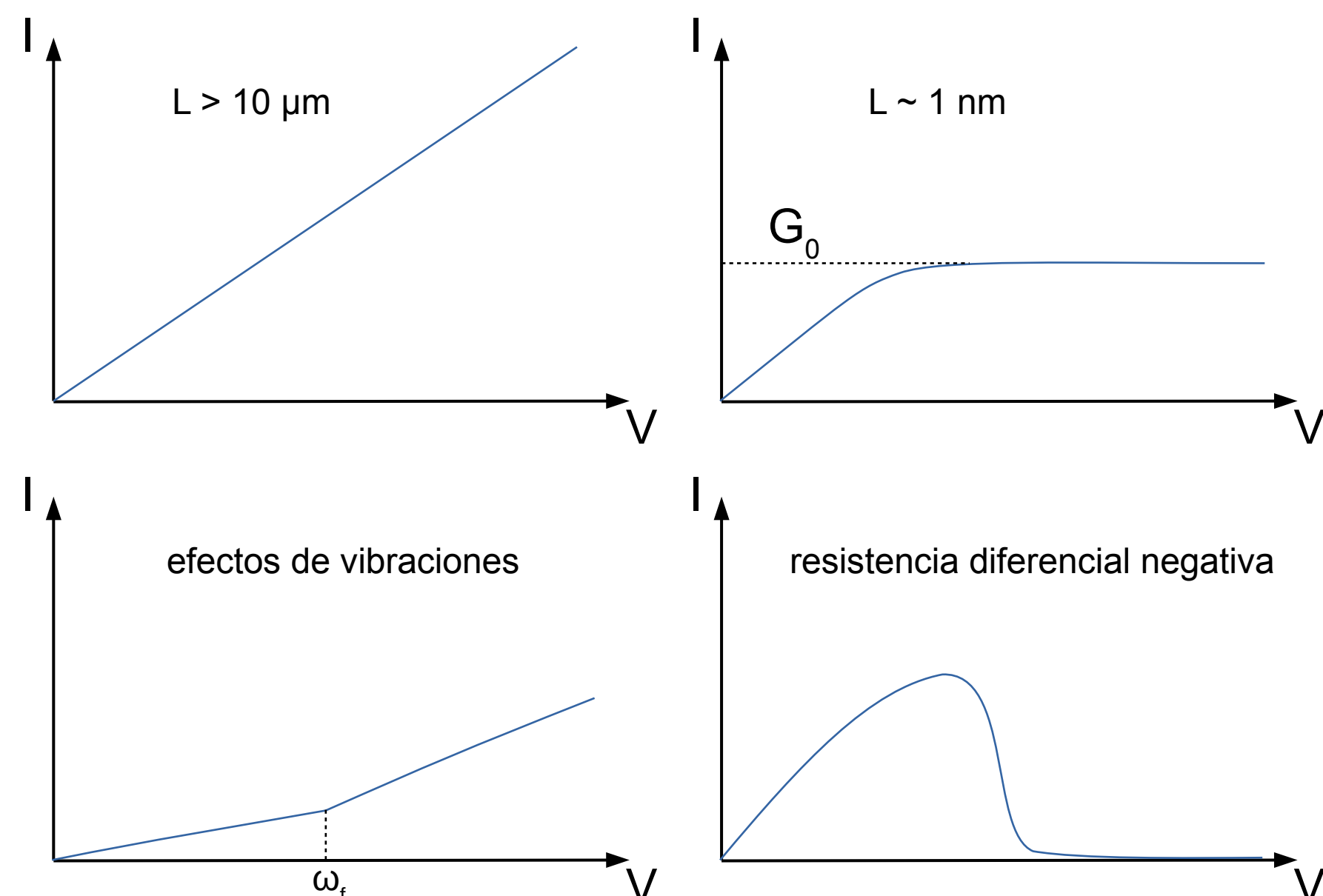
Transporte de electrones en la nanoescala

Según la ley de Ohm, la corriente I en el canal crece linealmente con la tensión aplicada V:

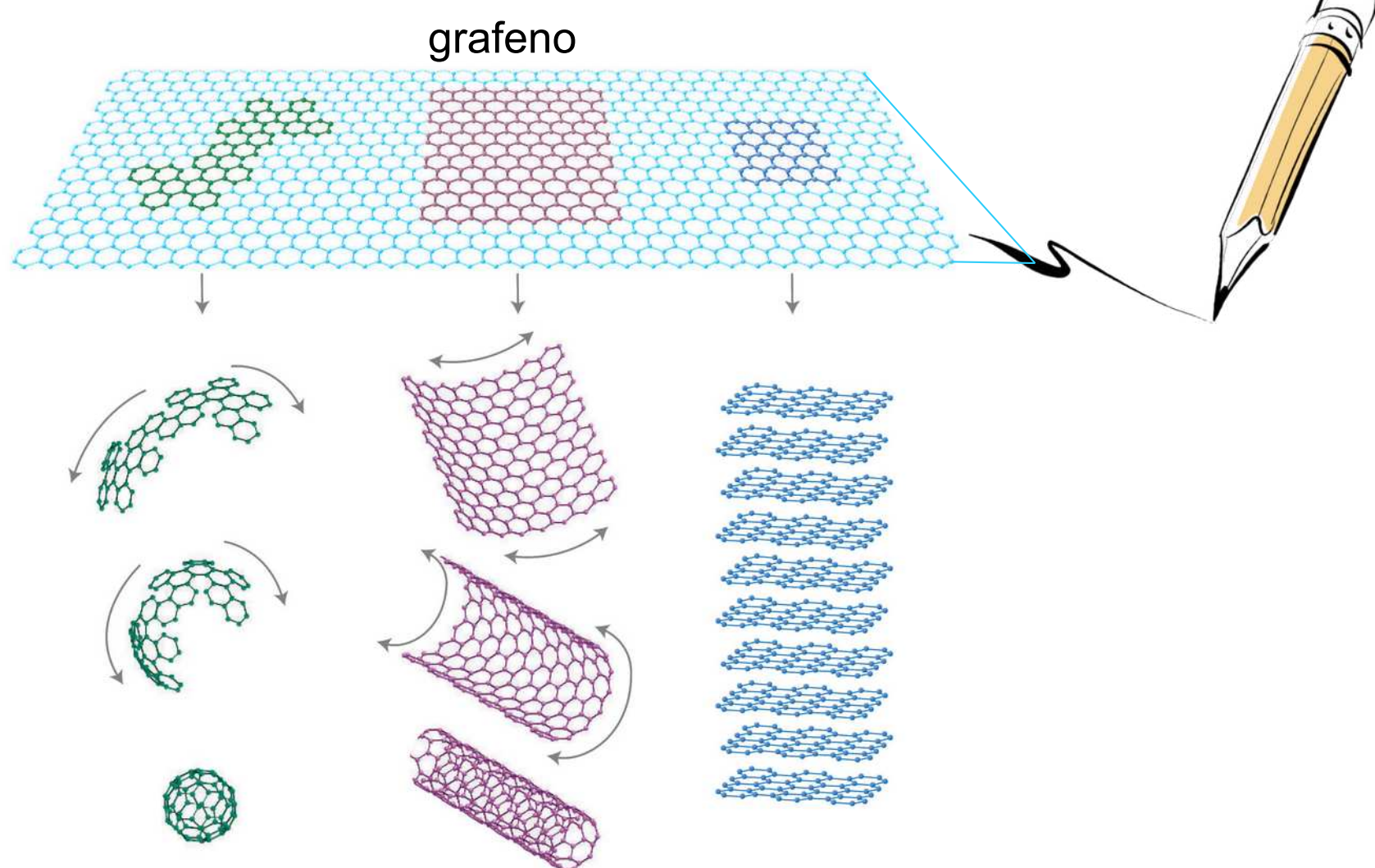
$$I = \frac{V}{R},$$

donde R es la resistencia del canal.

Sin embargo, experimentalmente resulta que esta ley no es válida siempre, por ejemplo cuando la longitud del canal L es mucho pequeña.



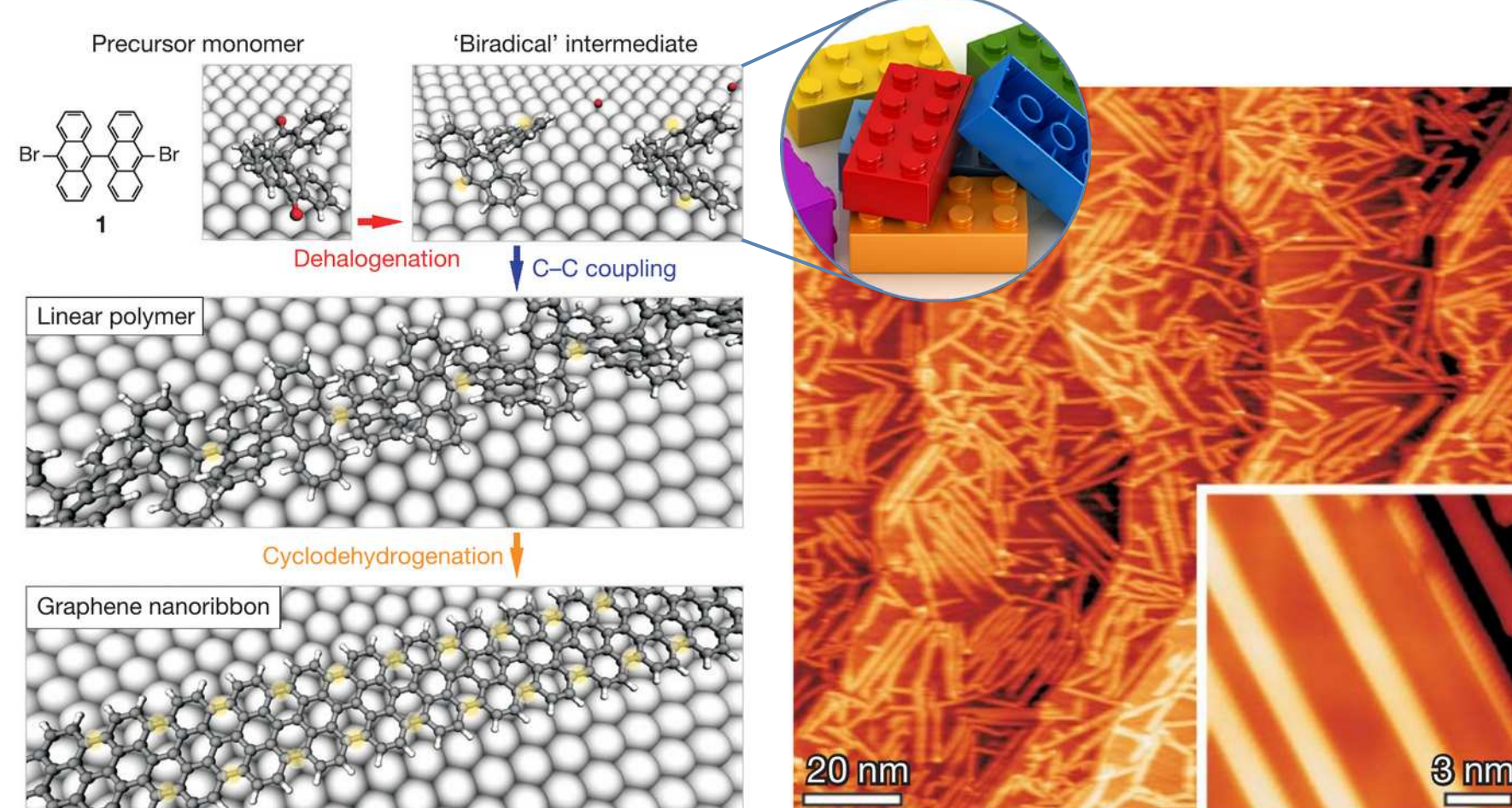
Nuevos materiales



A. Geim and K. Novoselov. Nature Mat. 6(3), 183 (2007).

Autoensamblaje molecular

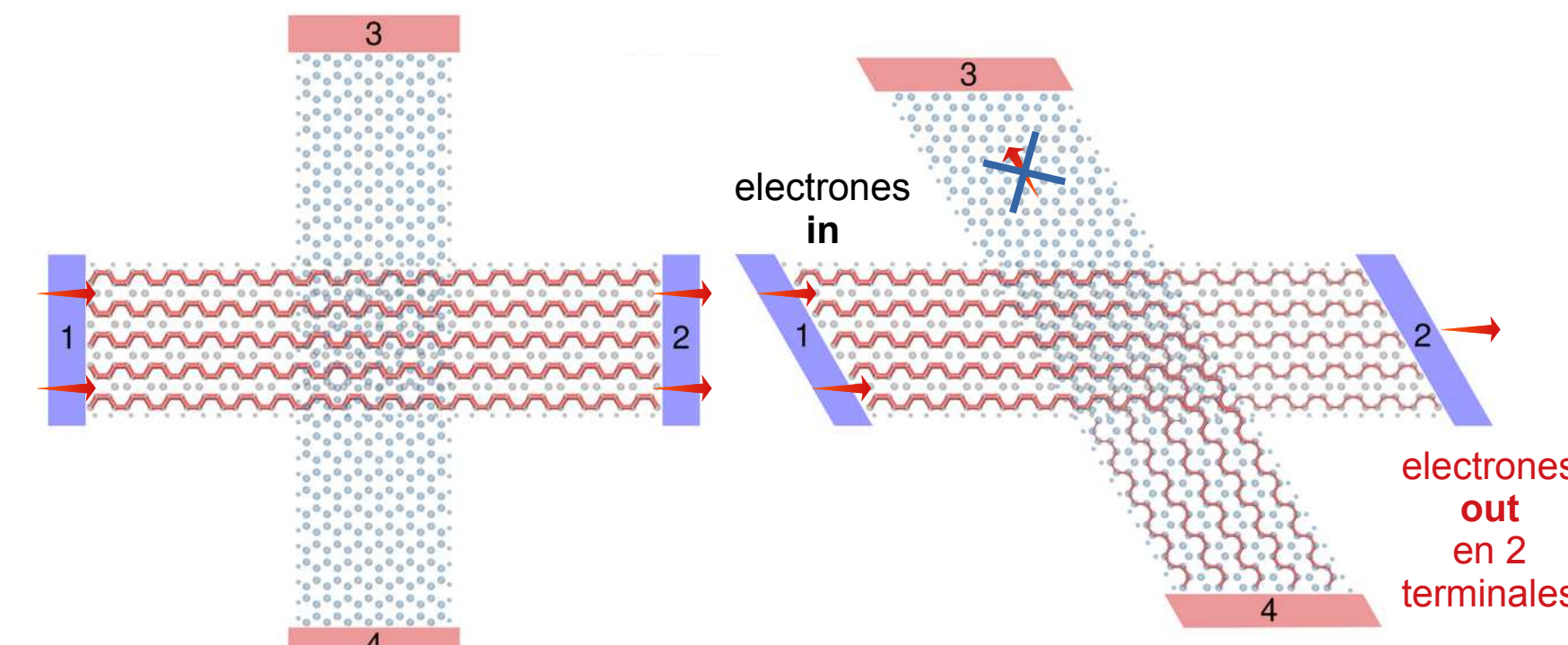
Fenómeno de organización de moléculas para formar estructuras periódicas: método **“bottom-up”** (lego con moléculas)



J. Cai et al. Nature 466, 470 (2010).

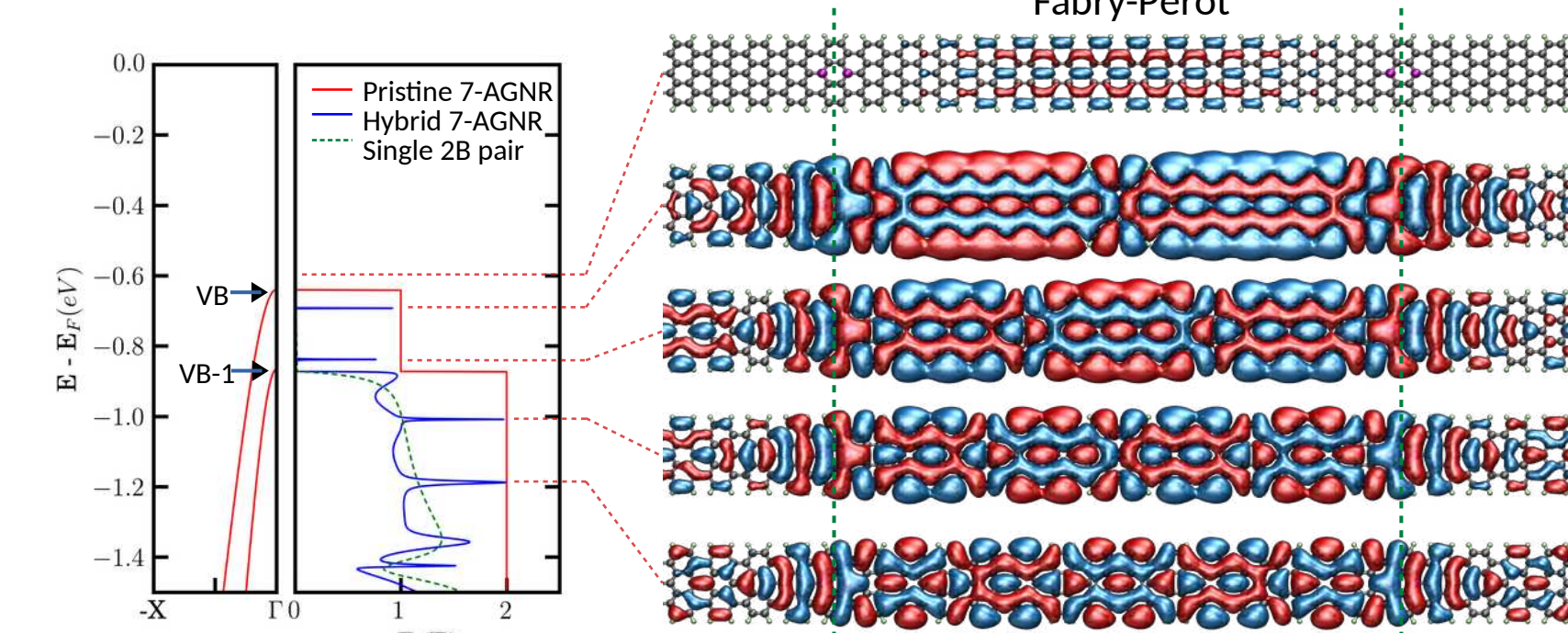
Nuevos fenómenos

• **Divisor de electrones**



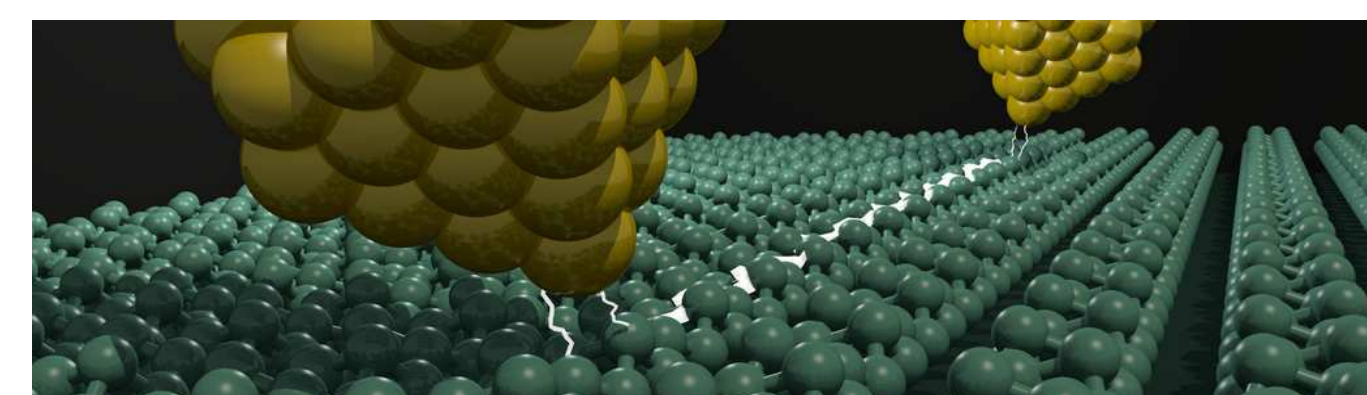
P. Brandimarte et al. J. Chem. Phys. 146, 092318 (2017).

• **Interferencia cuántica**



E. Carbonell-Sanromà, P. Brandimarte et al. Nano Letters 17, 50 (2017).

• **Transporte electrónico en superficie**



M. Kolmer, P. Brandimarte et al. Nature Communications 10, 1573 (2019).