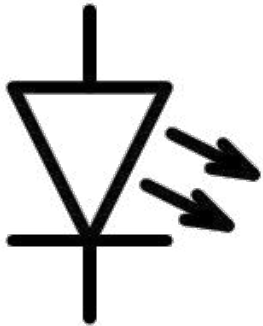


Dependencia térmica de la longitud de onda emitida por un LED y estudio del band gap

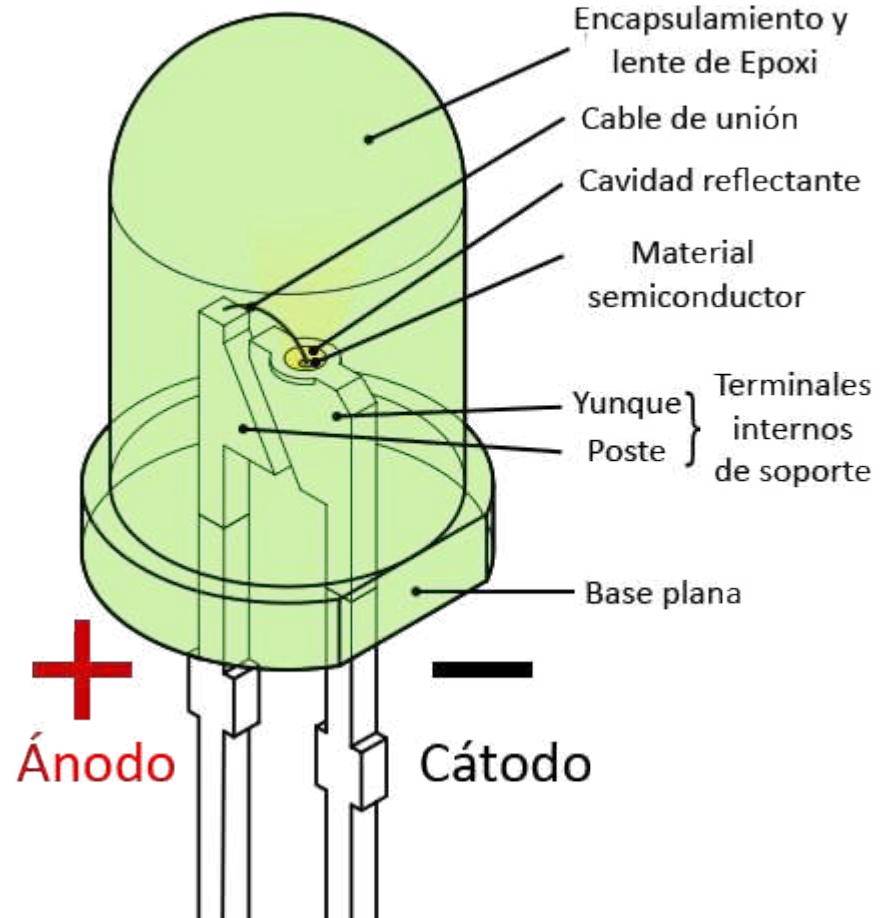


Grupo 5

Petra Pastorino, Agustina Pimenta, Miranda Rubio, Maximo Staudt

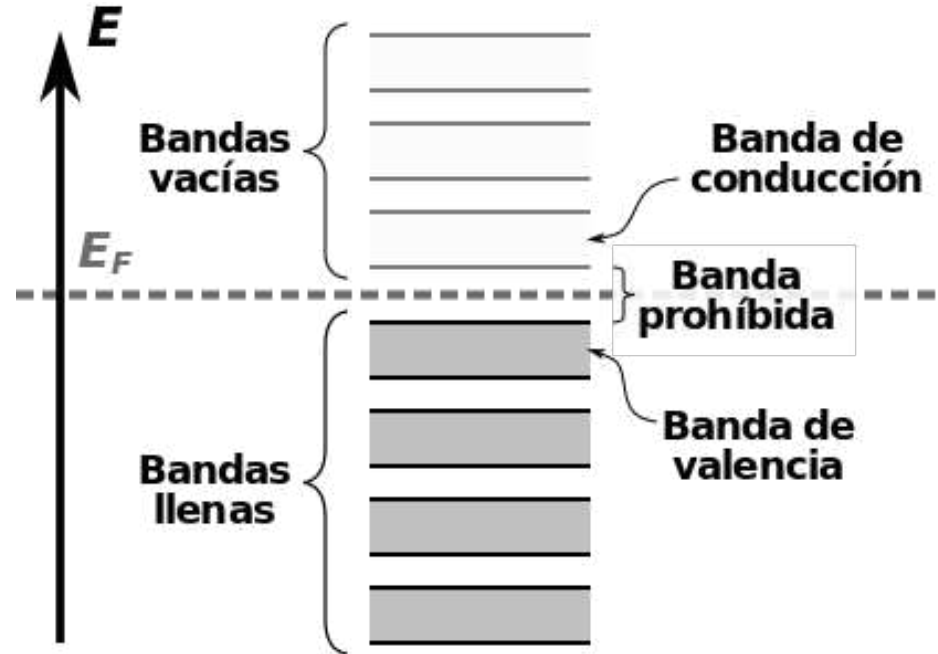
LED (Light Emitting Diodes)

- Semiconductores
- Transductores: electricidad a luz
- Emiten luz cuando se polarizan directamente



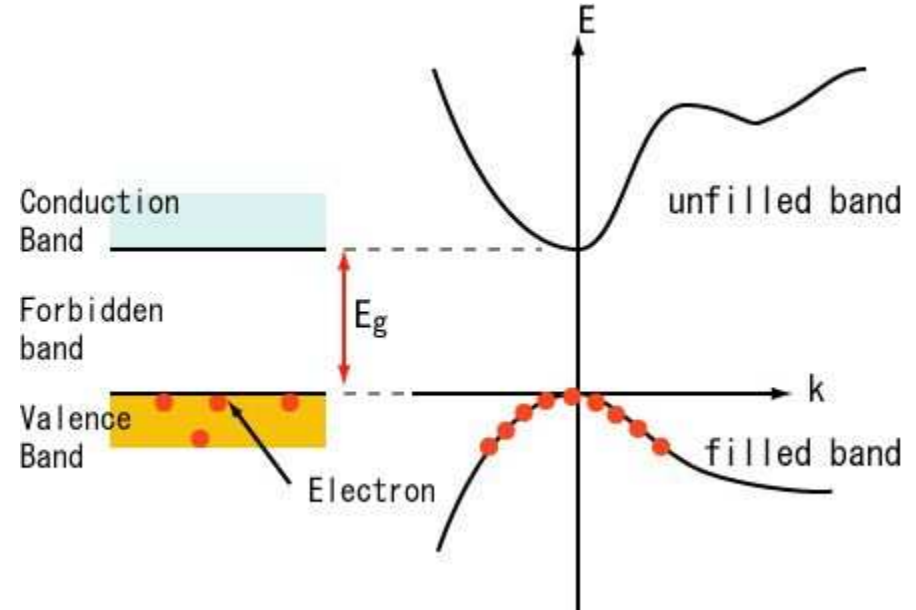
Electrones en estructuras cristalinas

- **Banda de valencia:** último nivel energético del átomo
- **Banda de conducción:** electrones son libres de moverse
- **Banda prohibida:** diferencia de energía entre la banda de valencia y la de conducción

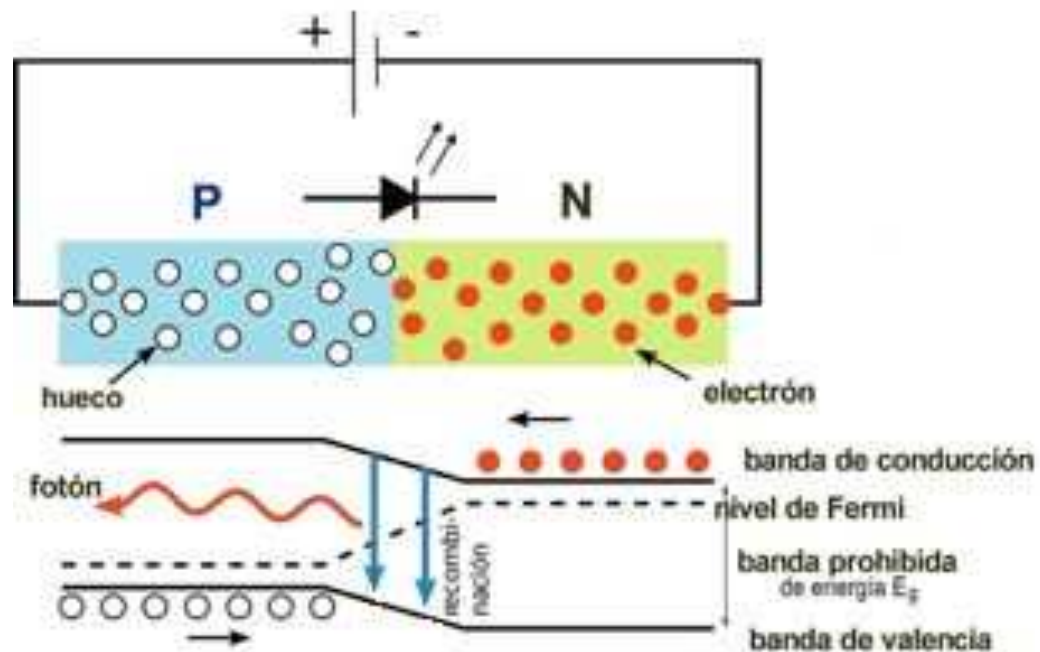


Portadores de carga en semiconductores

- Electrones
- Huecos de electrones: carga positiva
- Recombinación



+ temperatura

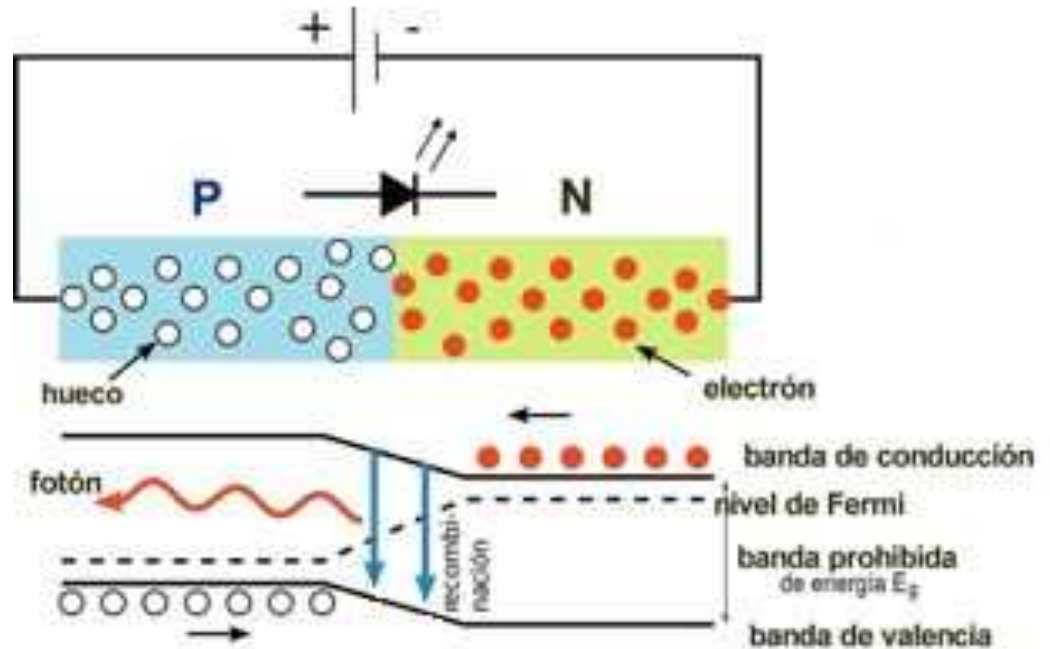


Diodo LED - Diagrama de energía

+ temperatura



- band gap



Diodo LED - Diagrama de energía

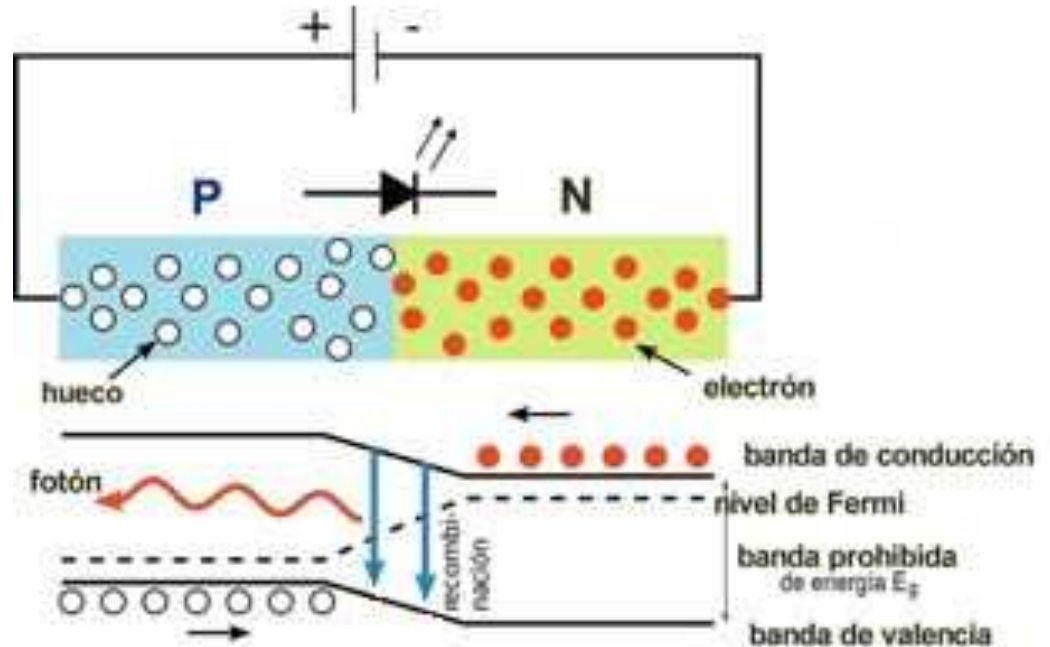
+ temperatura



- band gap



- energía necesaria para
que comience la
recombinación



Diodo LED - Diagrama de energía

+ temperatura



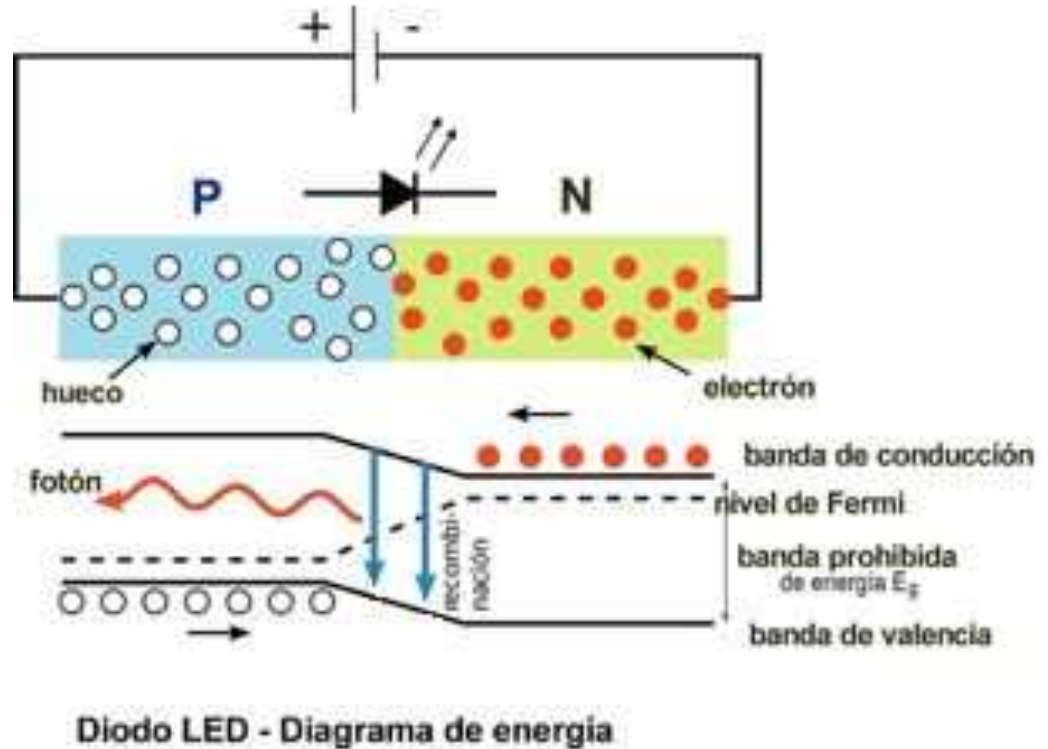
- band gap



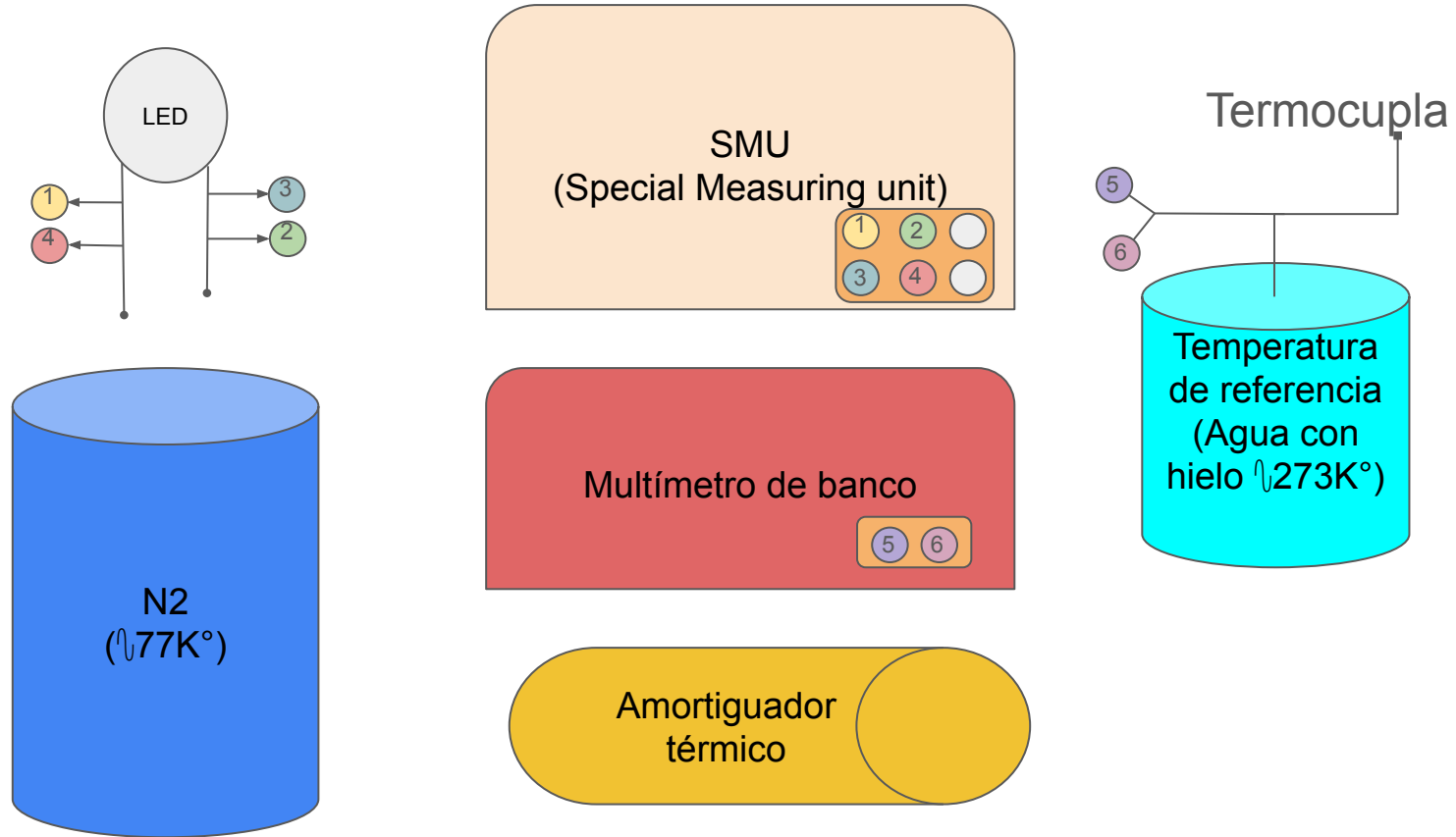
- energía necesaria para
que comience la
recombinación



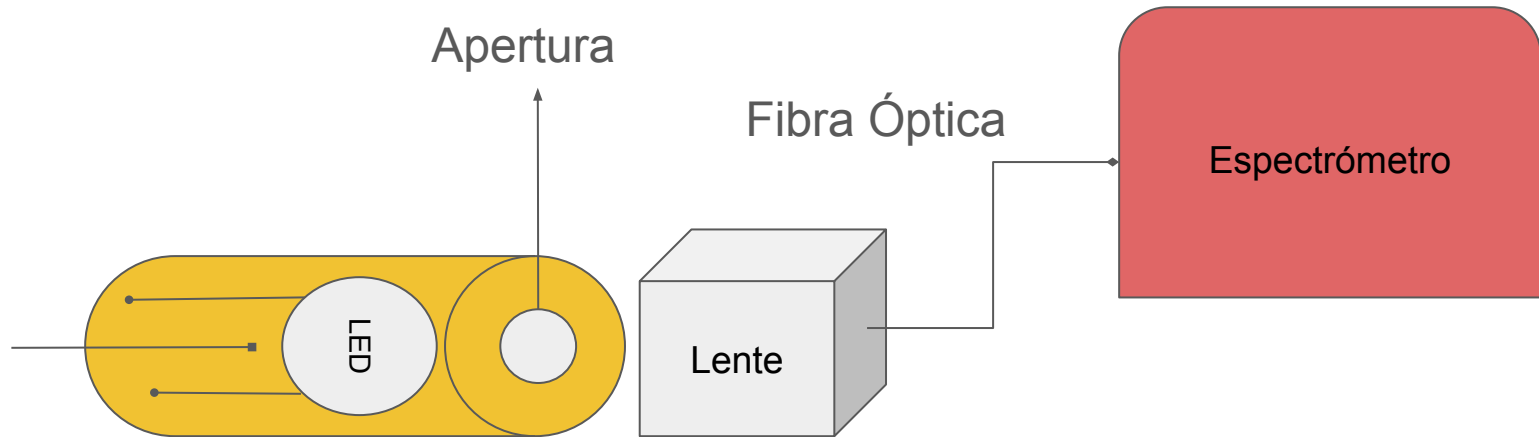
- voltaje umbral



Montaje experimental



Espectrometría



Modelo de Shockley

Para una juntura tipo n-p (diodo) la dependencia de la corriente con el voltaje está dado por el modelo de Shockley

$$I = I_0 \left[e^{\frac{eV}{\eta kT}} - 1 \right]$$

$$I_0 = BT^3 e^{\frac{-E_g(T)}{\eta kT}}$$

Modelo de Shockley

Para una juntura tipo n-p (diodo) la dependencia de la corriente con el voltaje está dado por el modelo de Shockley

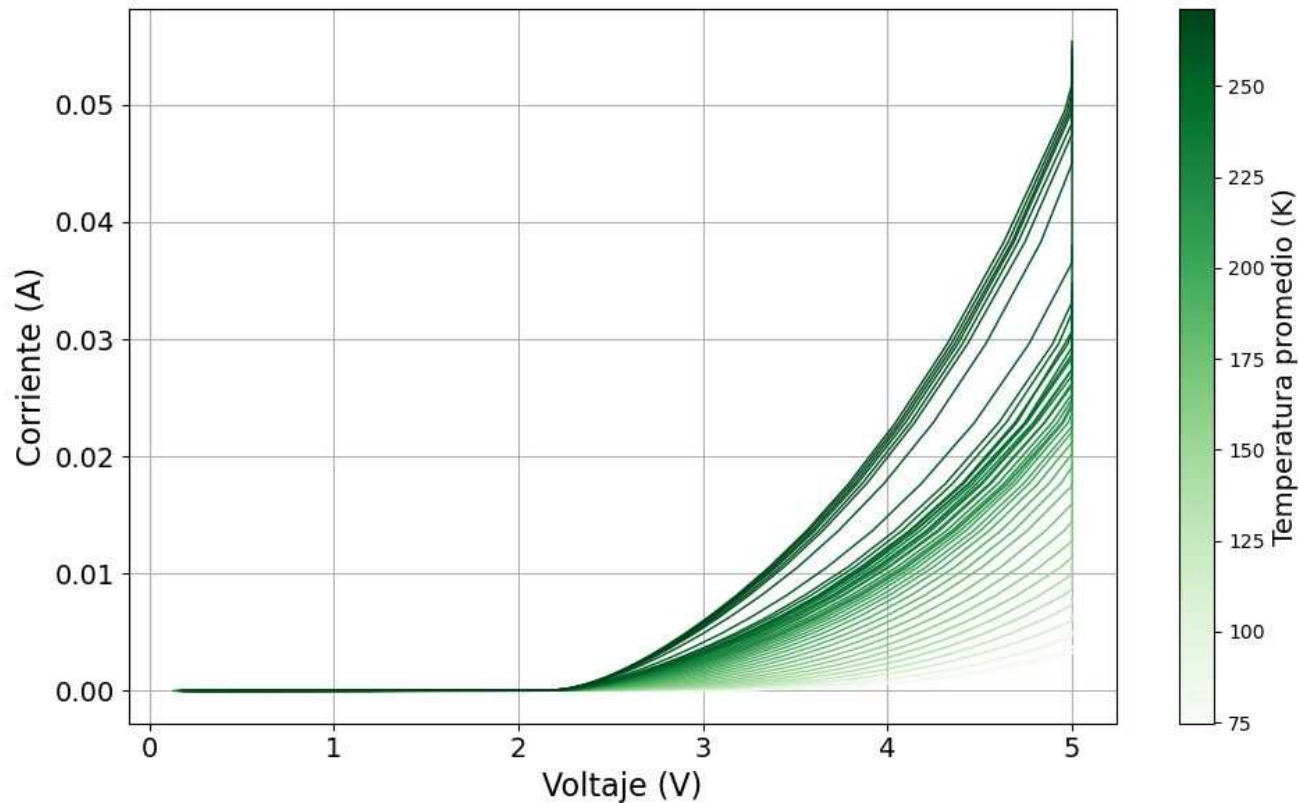
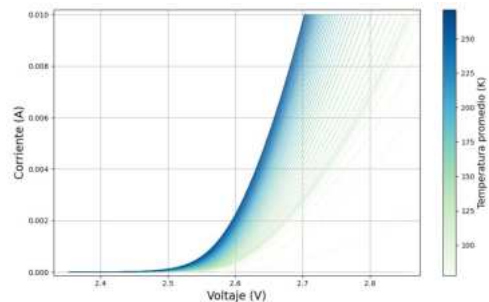
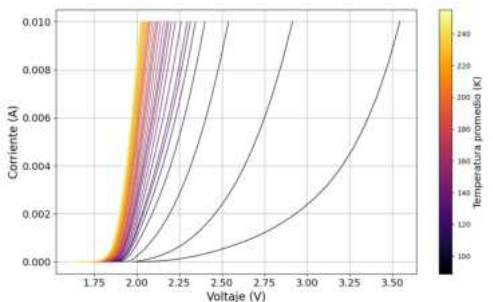
$$I = I_0 \left[e^{\frac{eV}{\eta kT}} - 1 \right]$$

$$I_0 = BT^3 e^{\frac{-E_g(T)}{\eta kT}}$$

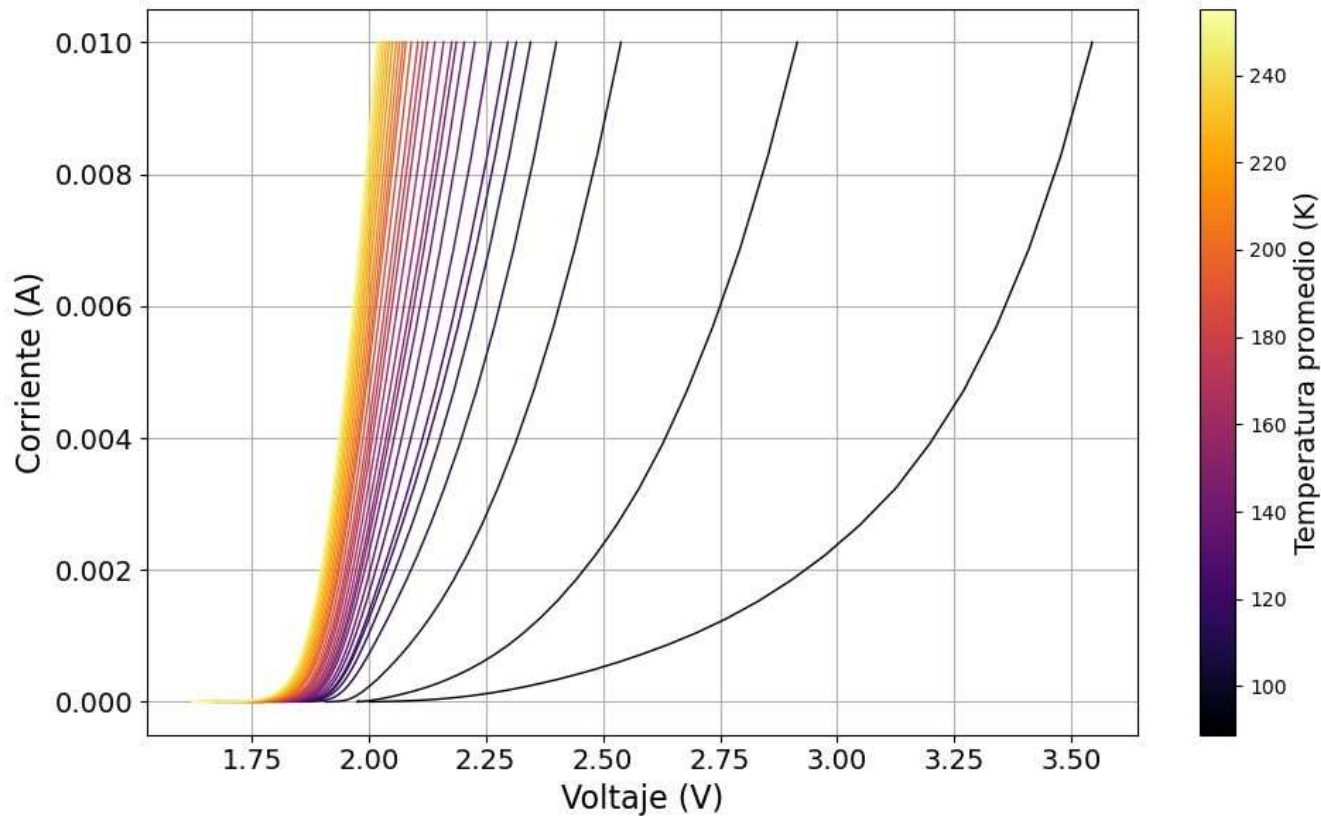
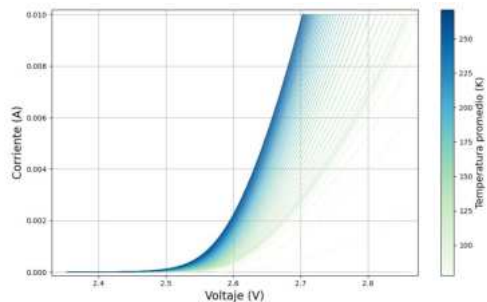
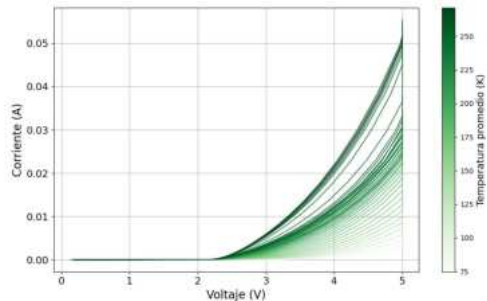
$$\ln(I) = \ln(I_0) + \frac{eV}{\eta kT}$$

$$\ln(I_0) = \ln(B) + 3 \ln(T) - \frac{E_g(T)}{\eta kT}$$

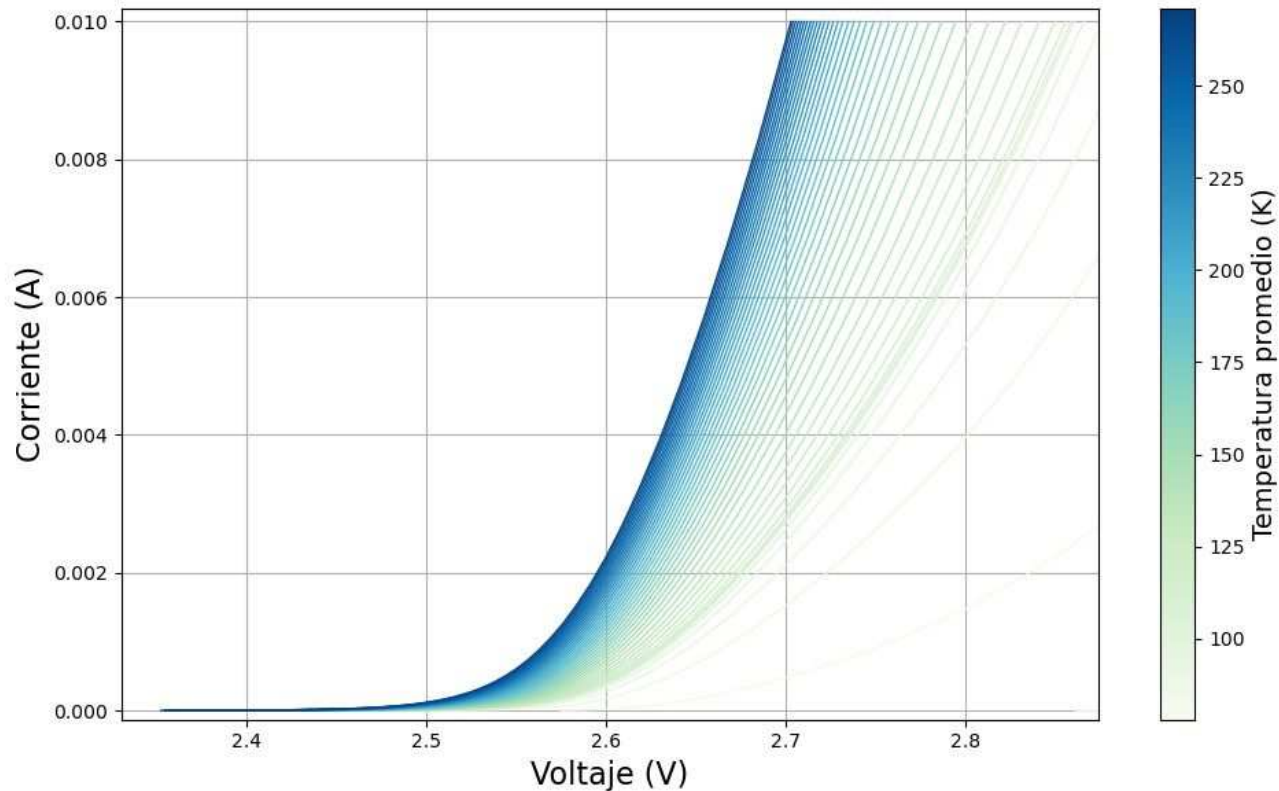
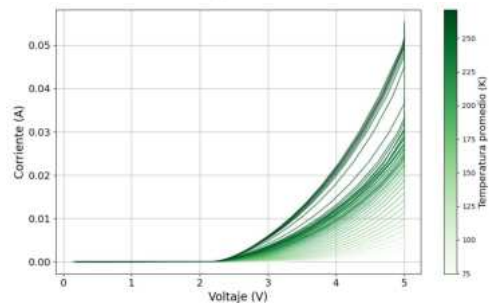
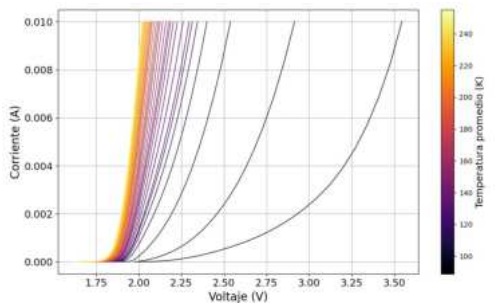
Modelo de Shockley para LEDs



Modelo de Shockley para LEDs

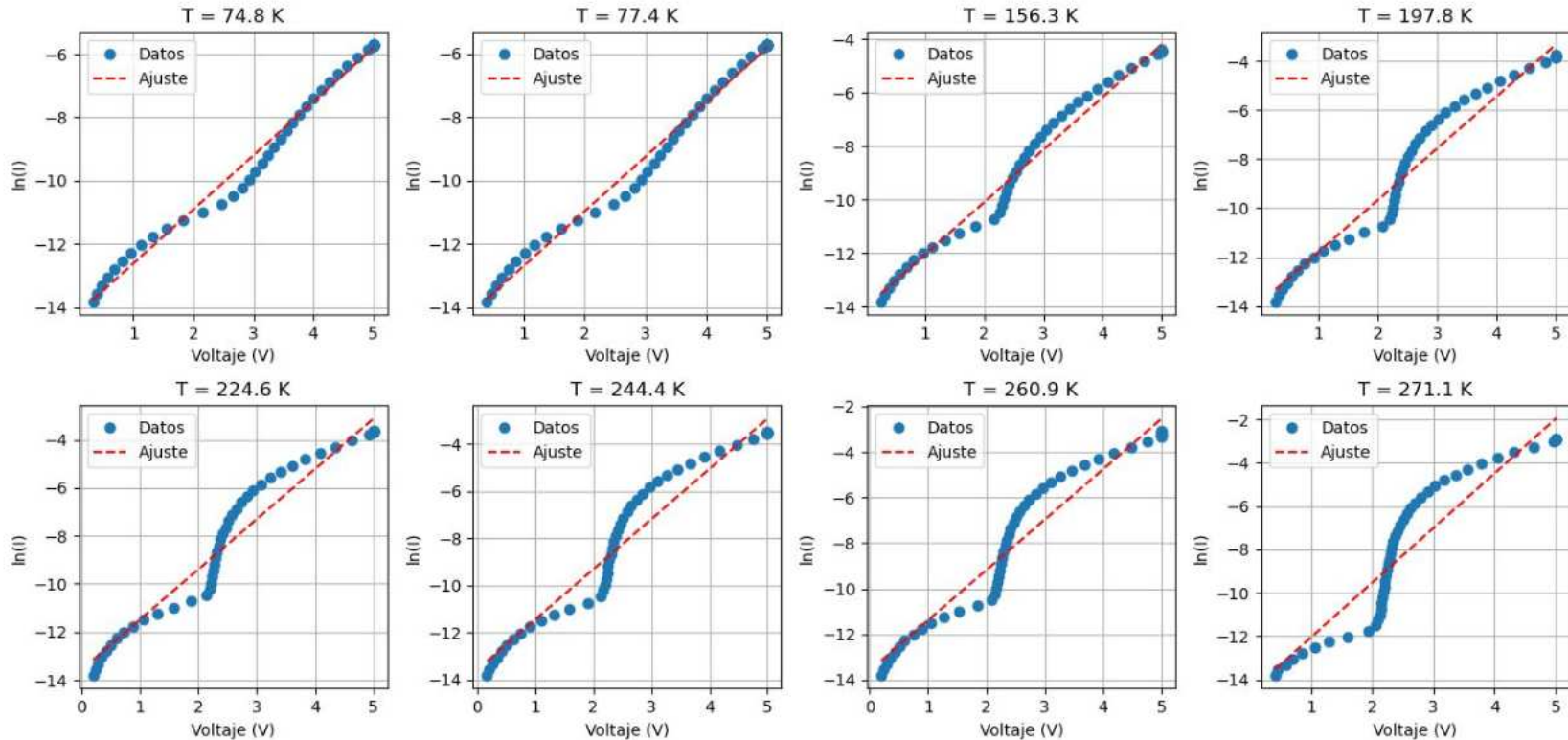


Modelo de Shockley para LEDs



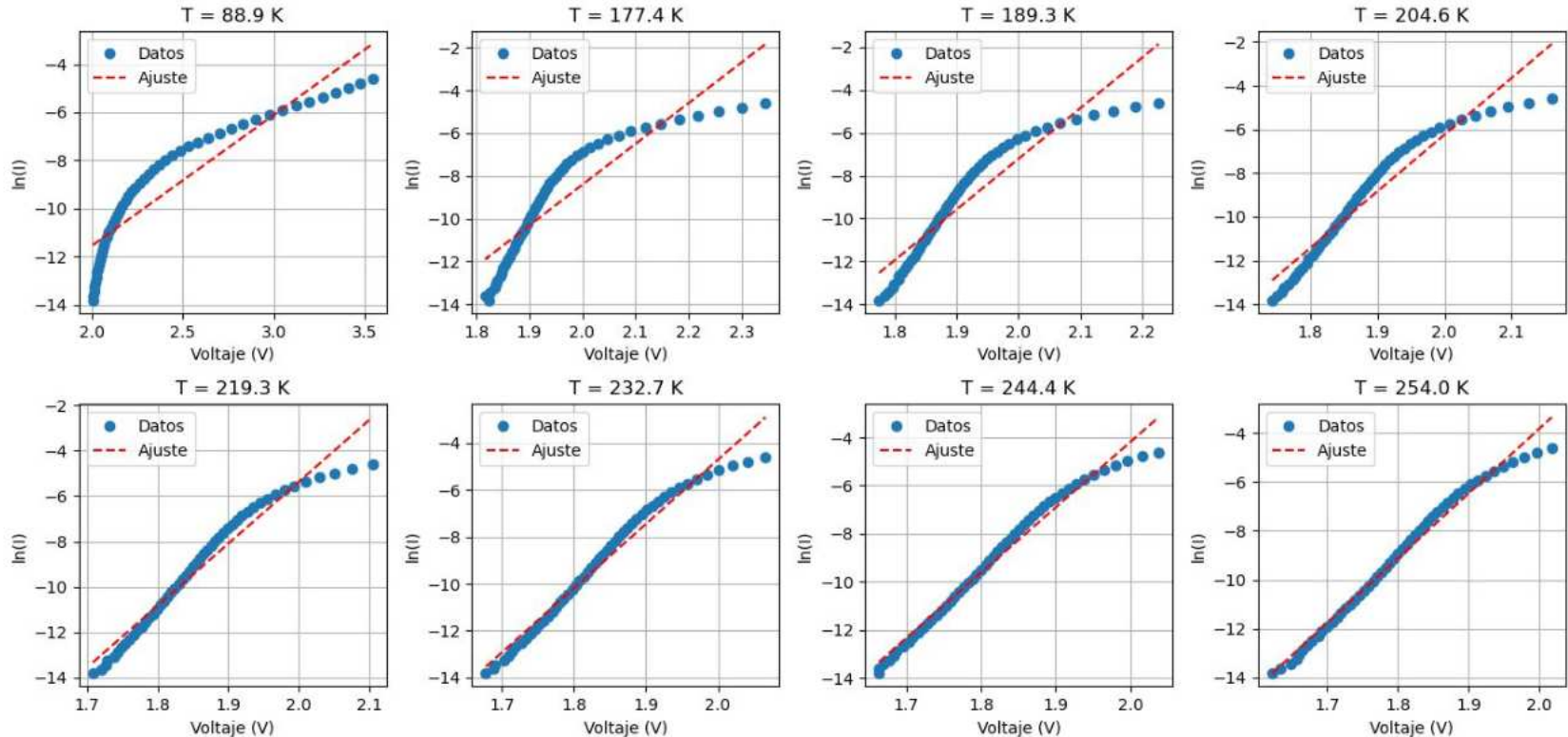
Modelo de Shockley para LEDs

Ajuste $\ln(I)$ en función del voltaje - LED verde



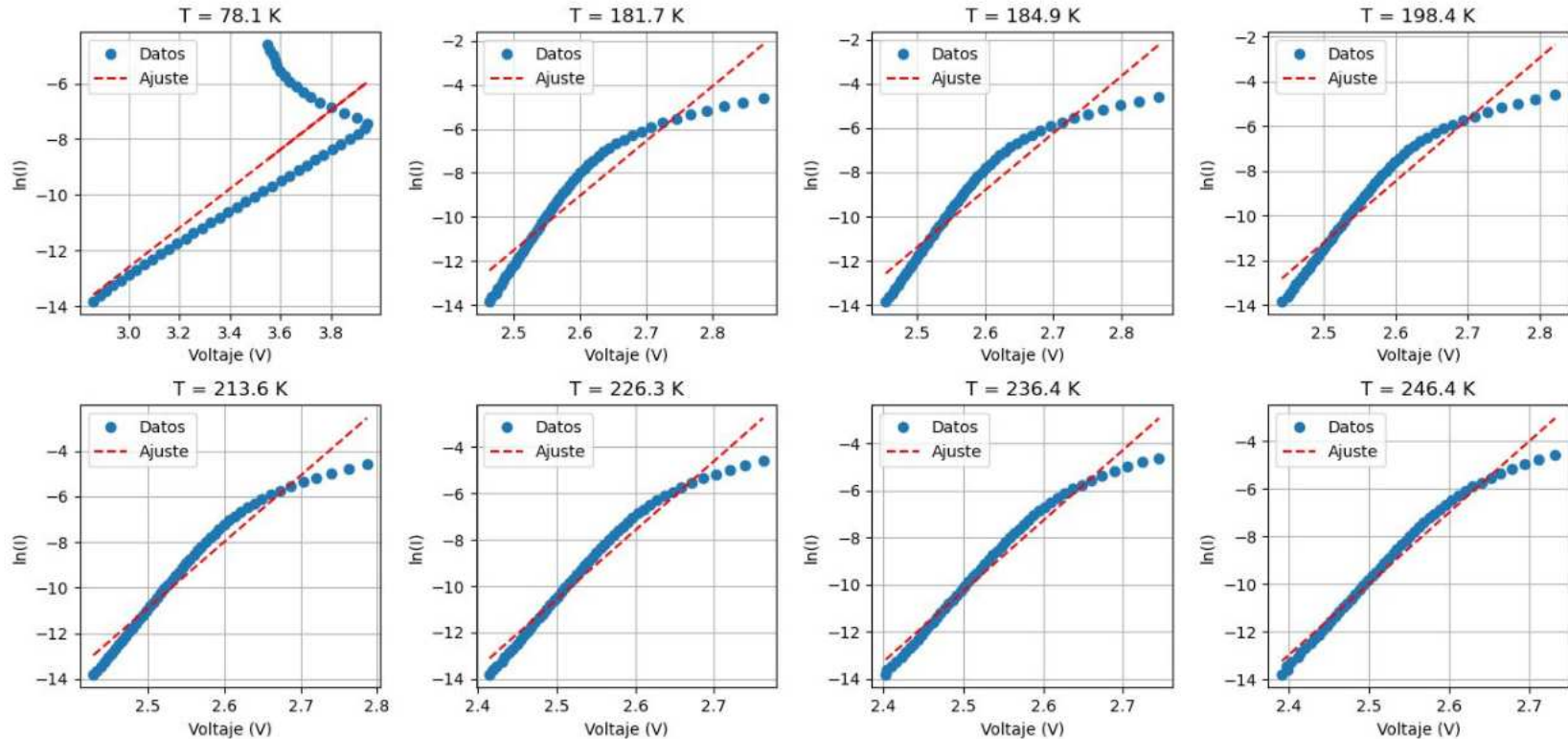
Modelo de Shockley para LEDs

Ajuste $\ln(I)$ en función del voltaje - LED naranja



Modelo de Shockley para LEDs

Ajuste $\ln(I)$ en función del voltaje - LED azul



Modelo de Shockley para LEDs

Ajuste $\ln(I)$ en función del voltaje

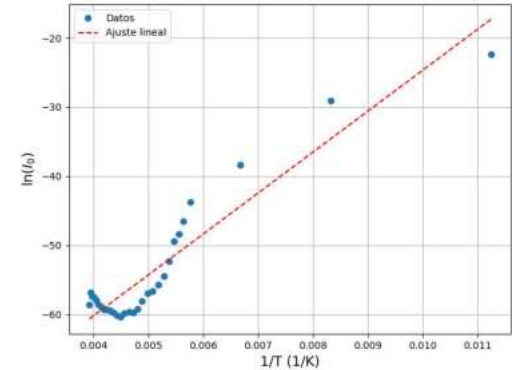
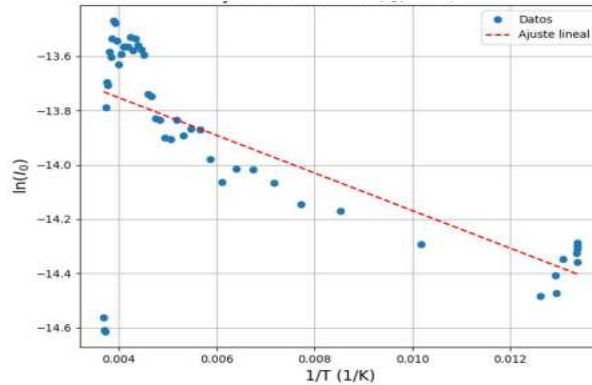
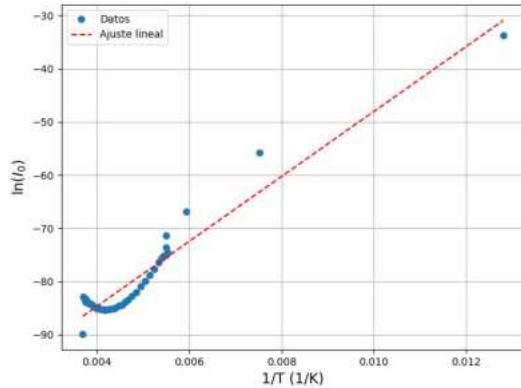
No son lineales: la dependencia no es estrictamente lineal en todo el dominio de voltajes.

¡Los errores son sistemáticos y dependen de la temperatura!

El modelo que describe al diodo clásico no es completo para los LEDs

Modelo de Shockley para LEDs no funciona

Eg naranja: (-0.028 ± 0.001) eV Eg naranja: (-0.510 ± 0.035) eV Eg azul: (-0.526 ± 0.023) eV



La relación voltaje-corriente no es la misma en los diodos comunes que en los LEDs.

Pero ¿por qué?

Pero ¿por qué?

Cuanto más portadores se mueven por segundo, mayor es la corriente

Inyección de portadores en la unión p-n → Recombinación de portadores (movimiento → corriente).

El modelo de Shockley asume que todo portador inyectado se recombina y contribuye a la corriente.

Pero ¿por qué?

Cuanto más portadores se mueven por segundo, mayor es la corriente.

Inyección de portadores en la unión p-n → Recombinación de portadores
(movimiento → corriente)

El modelo de Shockley asume que todo portador inyectado se recombina y contribuye a la corriente.

LEDs: la corriente no es exponencial con el voltaje.

Pero ¿por qué?

Cuanto más portadores se mueven por segundo, mayor es la corriente.

Inyección de portadores en la unión p-n → Recombinación de portadores (movimiento → corriente)

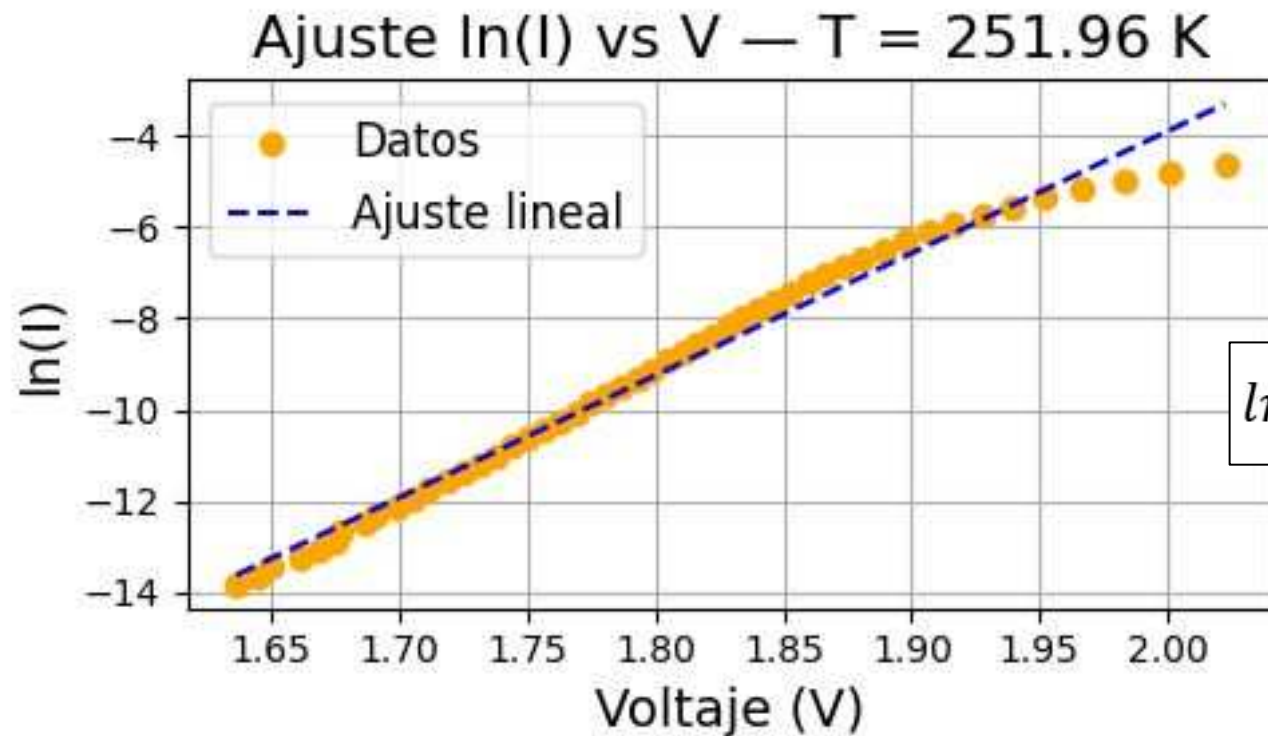
El modelo de Shockley asume que todo portador inyectado se recombina y contribuye a la corriente.

LEDs: la corriente no es exponencial con el voltaje.

Tiene que haber un estancamiento en el flujo/ciclo de movimiento: los portadores no se recombinan y detienen el ciclo.

(Defectos del material, trampas, escapes).

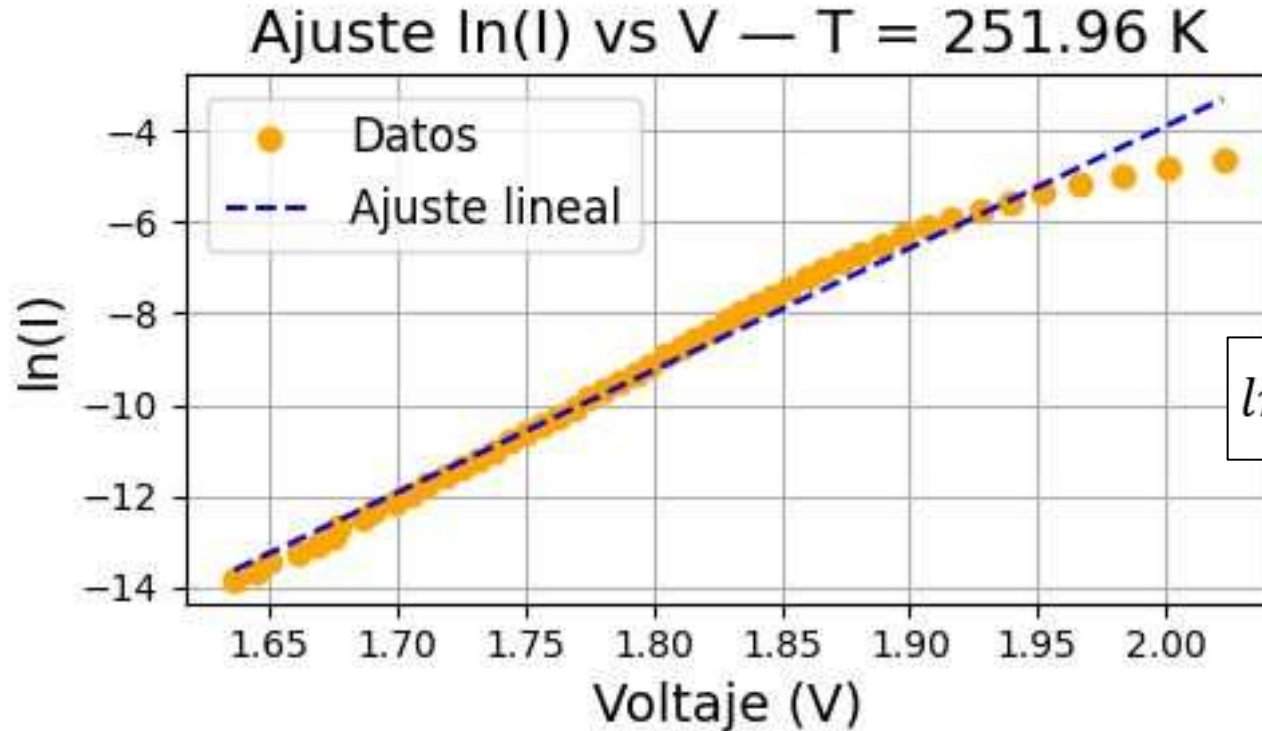
Voltaje Umbral - LED naranja



$$I = I_0 \left[e^{\frac{eV}{\eta kT}} - 1 \right]$$

$$\ln(I) = \ln(I_0) + eV/nkT$$

Voltaje Umbral - LED naranja



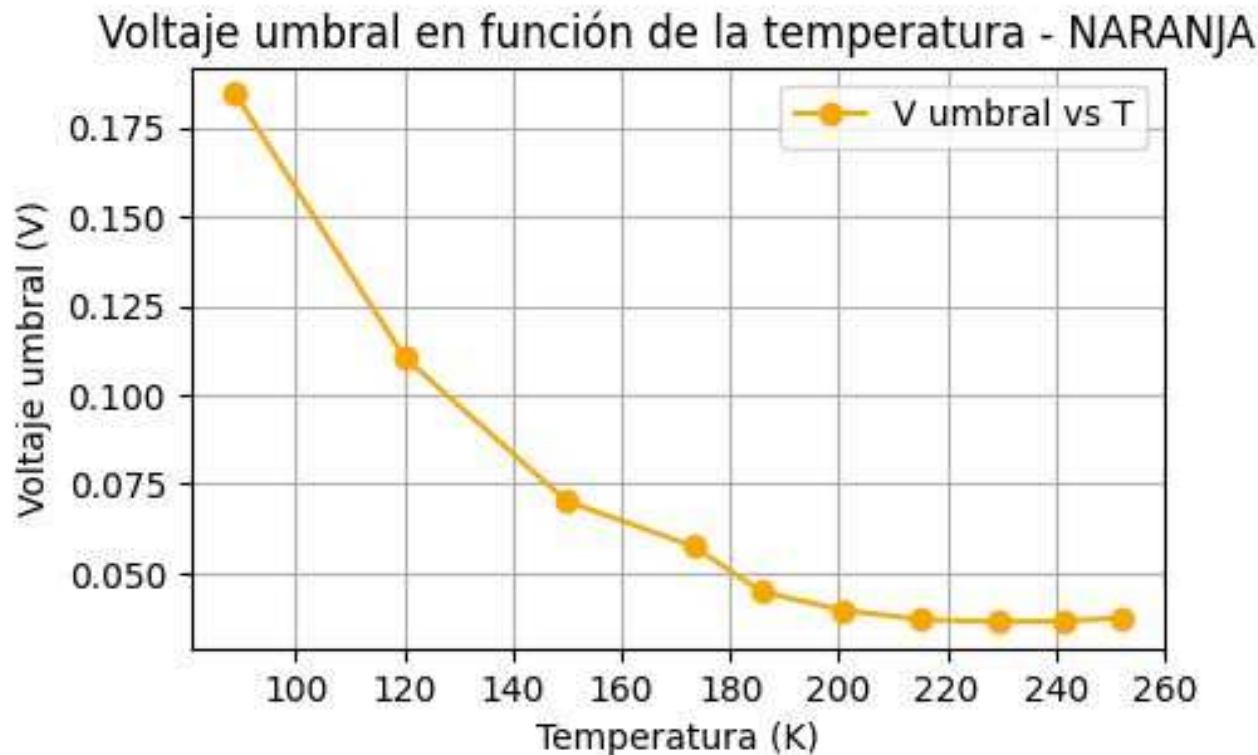
$$I = I_0 \left[e^{\frac{eV}{\eta kT}} - 1 \right]$$

$$\ln(I) = \ln(I_0) + \frac{eV}{\eta kT}$$

Red arrow pointing from the $\frac{eV}{\eta kT}$ term in the equation above to the V_{umbral} equation below.

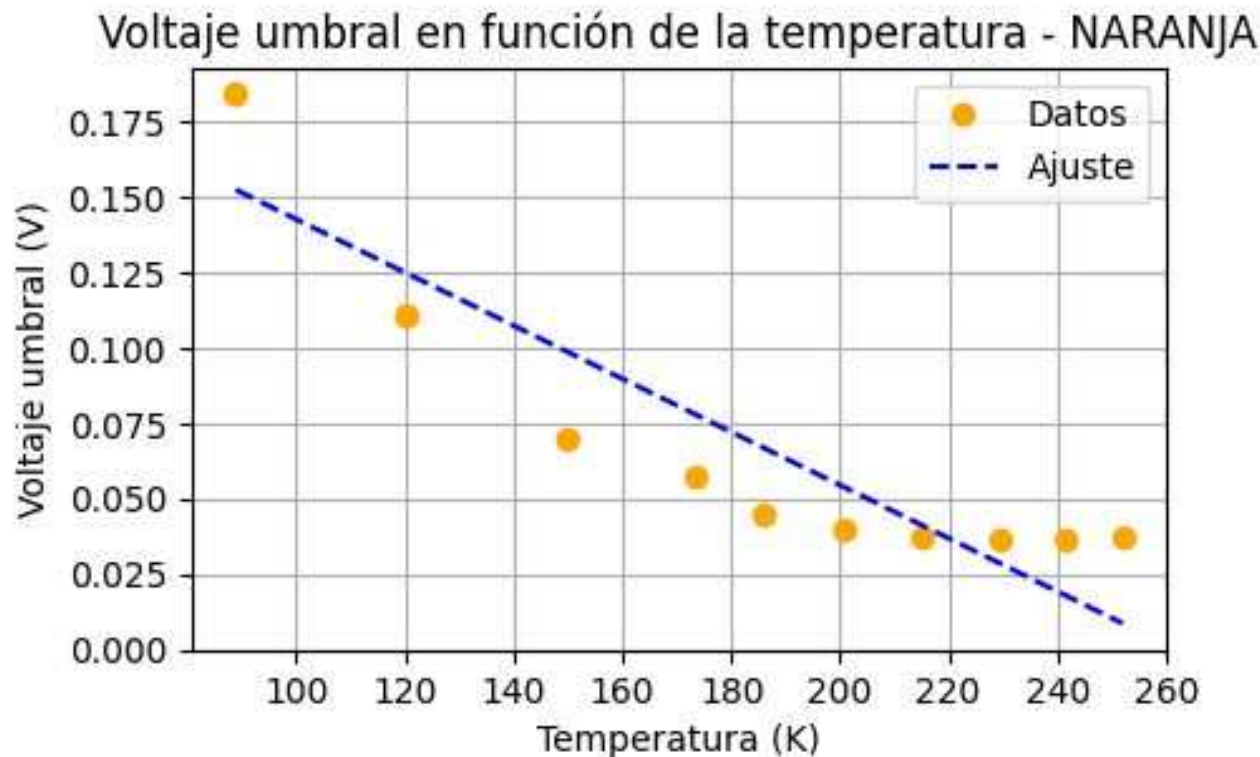
$$V_{umbral} = \frac{\eta kT}{e}$$

Voltaje umbral vs. Temperatura



$$V_{umbral} = \frac{nkT}{e}$$

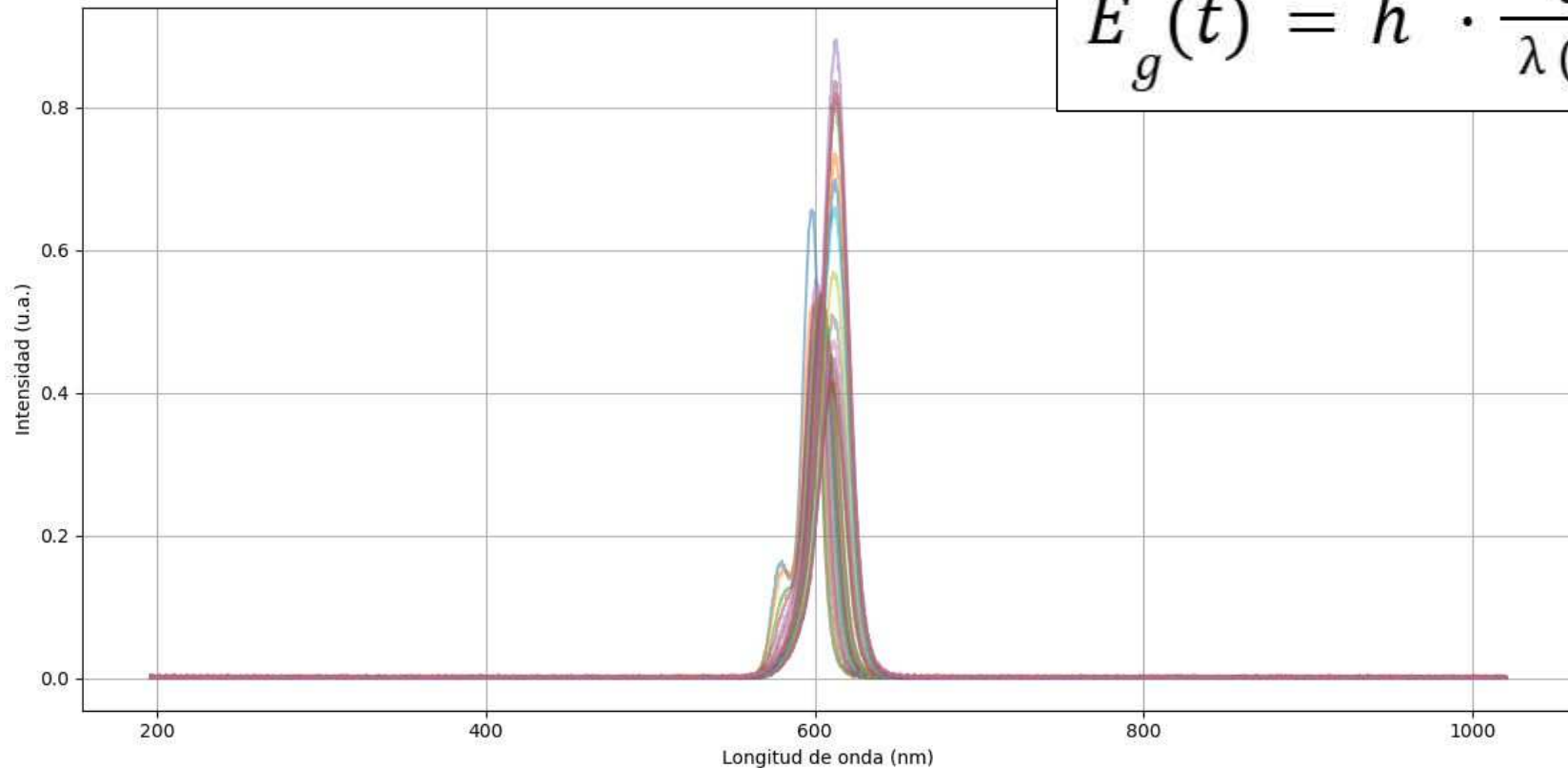
Voltaje umbral vs. Temperatura



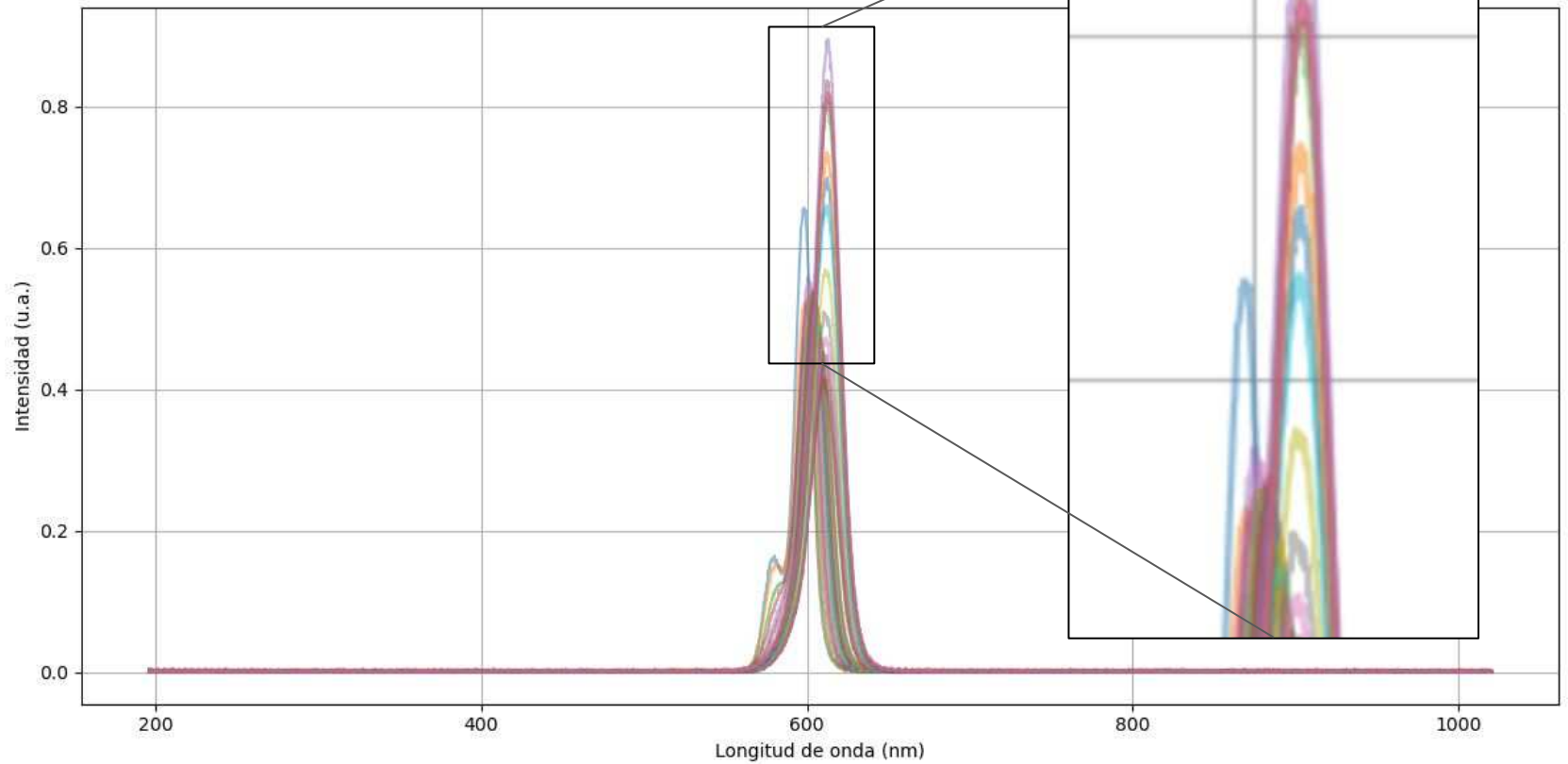
$$V_{umbral} = \frac{nkT}{e}$$

Espectrometría - LED naranja

$$E_g(t) = h \cdot \frac{c}{\lambda(t)}$$

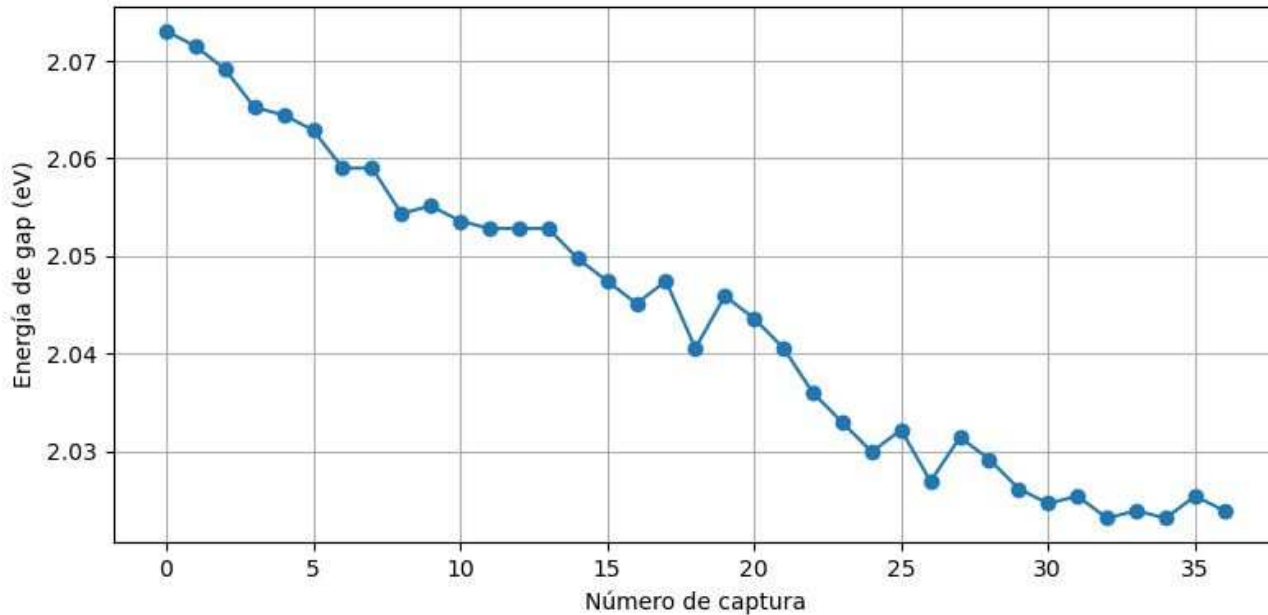


Espectrometría - LED naranja



Espectrometría - LED naranja

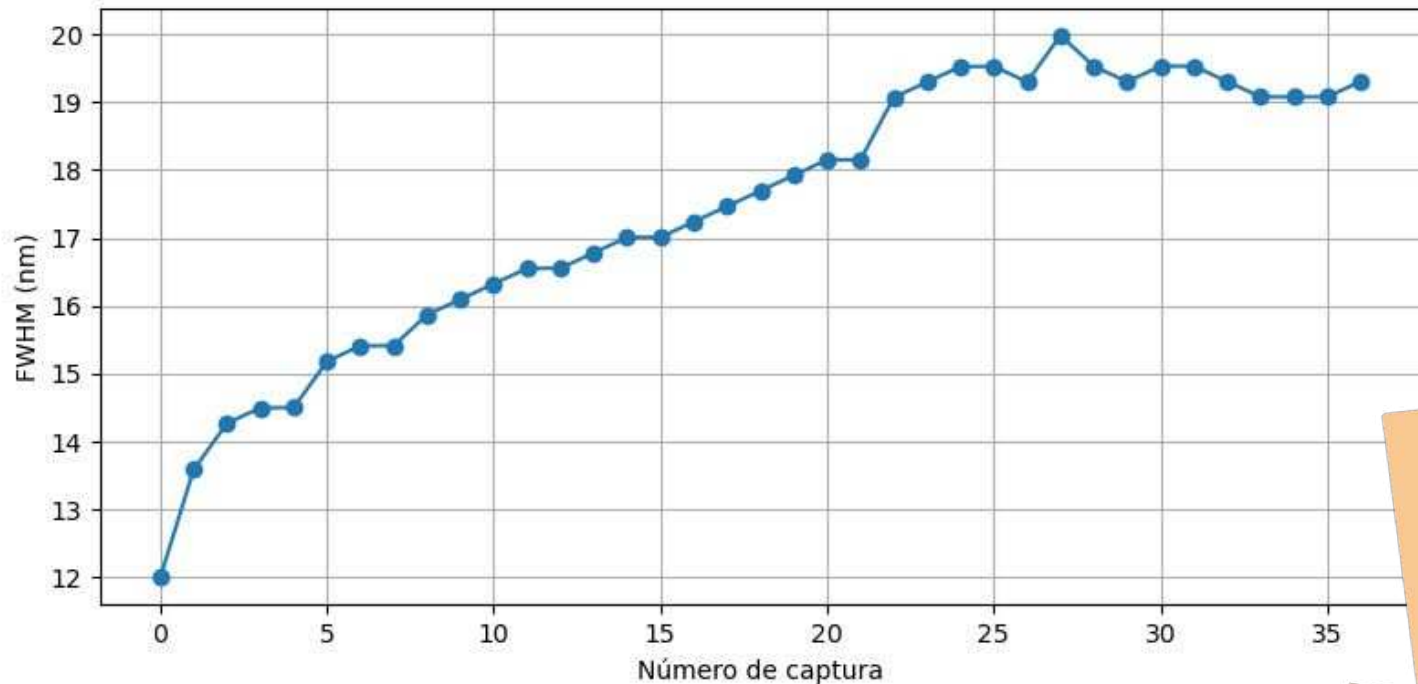
valor esperado $\rightarrow E_g \approx 2.00\text{--}2.07\text{ eV}$



+ número de
captura
+ temperatura

FWHM →

mide el ancho del pico espectral en la
curva intensidad vs longitud de onda,
a la mitad de la intensidad máxima



+ número de
captura
+ temperatura

CONCLUSIONES

- El modelo de Shockley no describe el comportamiento de los LEDs → Modelo espectral
- Band gap y voltaje umbral disminuyen cuando aumenta la temperatura
- Longitud de onda e intensidad aumentan con la temperatura

Muchas Gracias

¿Preguntas?