

EL LENGUAJE DE LOS PÍXELES: FILTRADO Y TRANSFORMACIÓN

Concepto 1: Filtrado Lineal

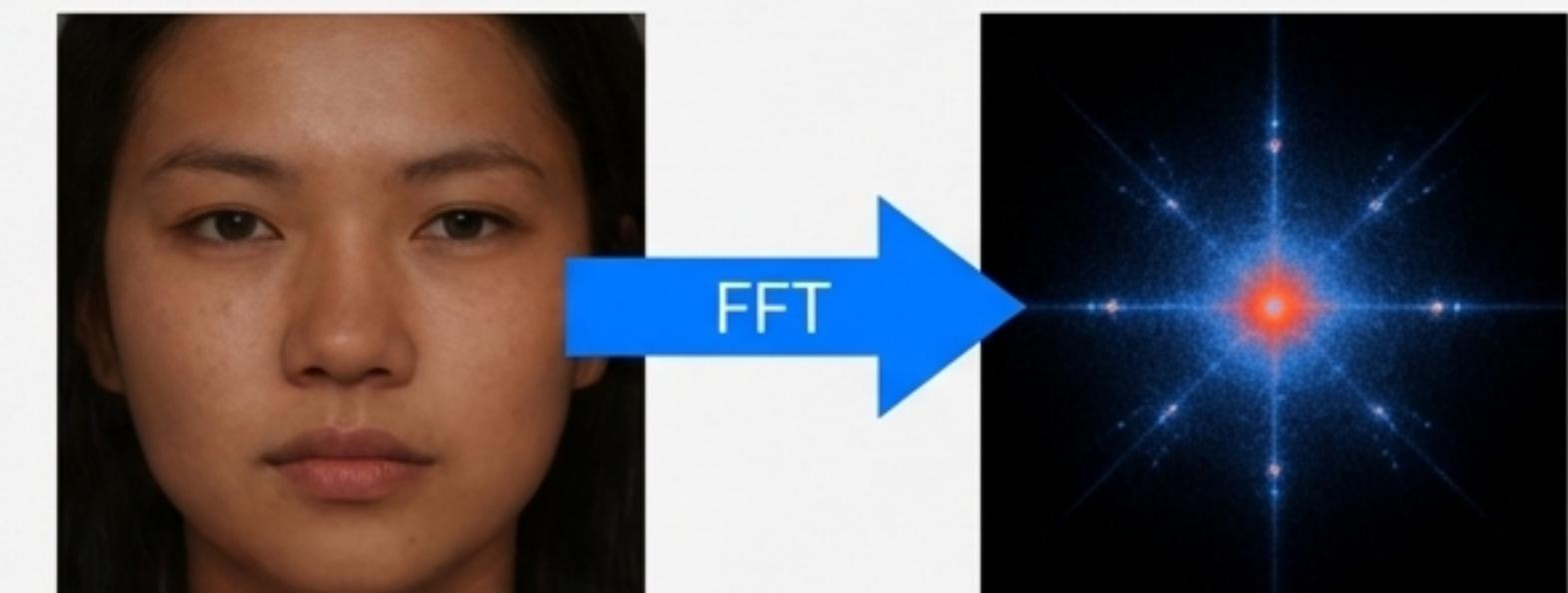
Gaussian Blur

La convolución, $g = f * k$, nos permite modificar una imagen aplicando un 'kernel' o máscara. Es una suma ponderada de los vecinos de cada píxel suavizar, detectar bordes o extraer texturas.



Concepto 2: Dominio de la Frecuencia

La Transformada de Fourier (FFT) nos permite analizar la imagen no por su estructura espacial, sino por las frecuencias que la componen. Esto es clave para encontrar encontrar patrones periódicos, como un latido.



¿PODEMOS VER LO INVISIBLE?

Hemos visto cómo las máquinas procesan el mundo visible. Pero, ¿y si pudiéramos usar estas mismas herramientas para detectar señales fisiológicas sutiles, invisibles para el ojo humano, directamente desde un vídeo?

Fotopletismografía Remota (rPPG). Una técnica que mide los cambios minúsculos en el color de la piel causados por el flujo sanguíneo, usando solo una cámara convencional.



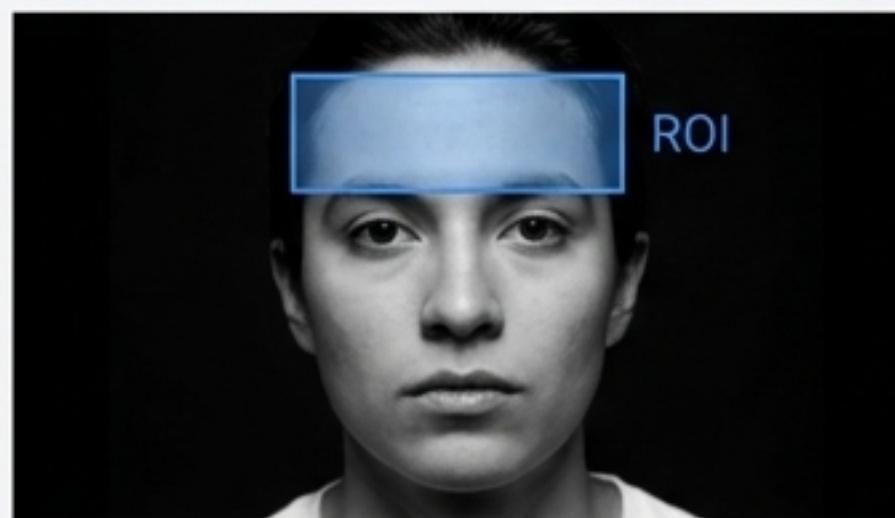
DEL VÍDEO AL LATIDO: FRECUENCIA CARDÍACA (HR)

¿Qué es?: El número de contracciones del corazón por minuto (BPM).

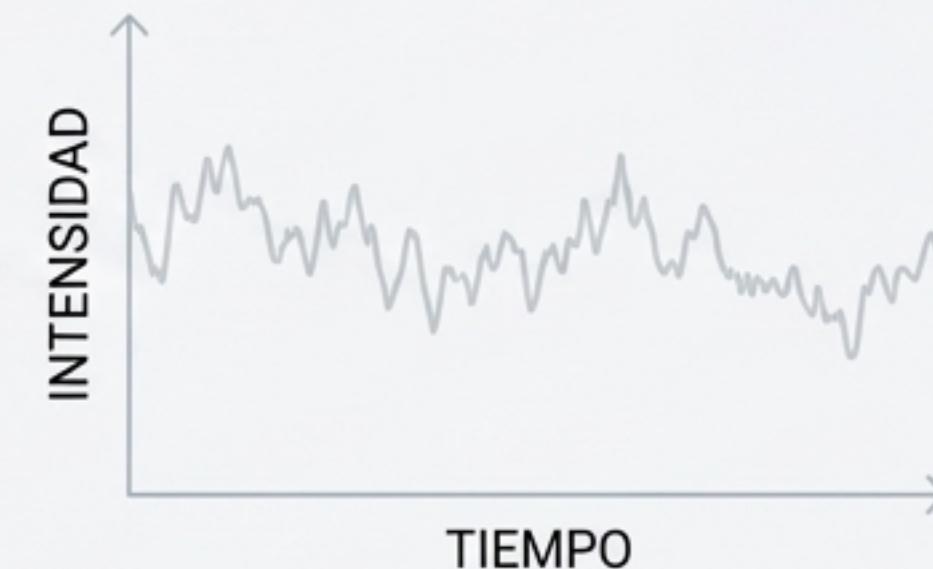
Precisión Esperada: Muy alta. Error $< \pm 3$ BPM comparado con dispositivos de contacto.

$$\text{BPM} = f_{\max} \times 60$$

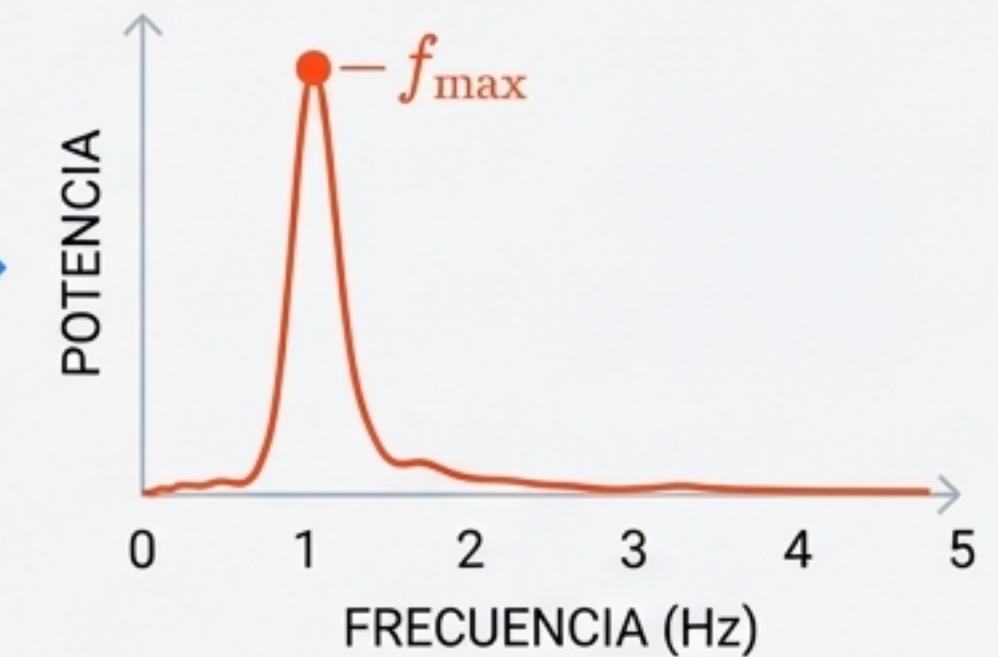
1. AISLAR LA SEÑAL



2. SEÑAL TEMPORAL



3. ANALIZAR LA FRECUENCIA



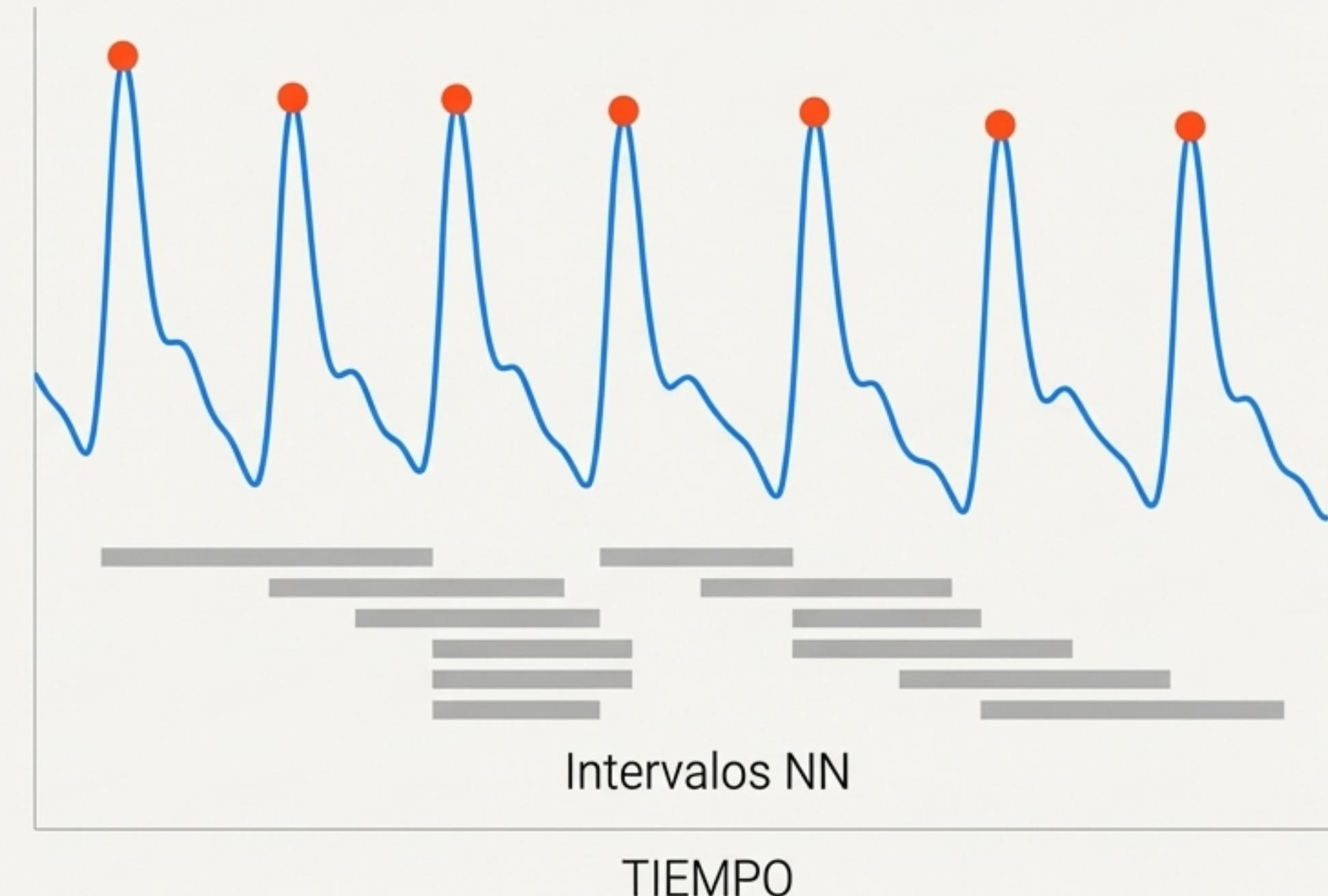
MÁS ALLÁ DEL PROMEDIO: VARIABILIDAD CARDÍACA (HRV)

¿Qué es?: La variación en el tiempo entre latidos consecutivos (ej. 0.8s, 0.85s, 0.79s).

¿Qué indica?: Es un indicador directo de estrés y salud del sistema nervioso autónomo.

- **HRV Alta** = Relajado / Recuperado
- **HRV Baja** = Estrés / Fatiga.

¿Cómo se obtiene?: Requiere una **Detección de Picos** de alta precisión en el dominio del tiempo para calcular los intervalos entre latidos (Intervalos NN) y derivar la métrica SDNN.



EL RITMO DE LA CALMA: FRECUENCIA RESPIRATORIA (RR)

¿Qué es?: El número de respiraciones por minuto (RPM).

¿Cómo se obtiene?: A través de la **Arritmia Sinusal Respiratoria (RSA)**. El corazón se acelera ligeramente al inspirar y se frena al espirar. Esta fluctuación lenta modula la señal del pulso.

1. Se aplica un **filtro pasa-banda** (0.1-0.5 Hz) para aislar las fluctuaciones de baja frecuencia.
2. Se extrae la **frecuencia dominante** de esta nueva señal.

$$\text{RPM} = \text{Frecuencia Dominante Baja} \times 60$$



EL GRAN DESAFÍO: SATURACIÓN DE OXÍGENO (SpO_2)

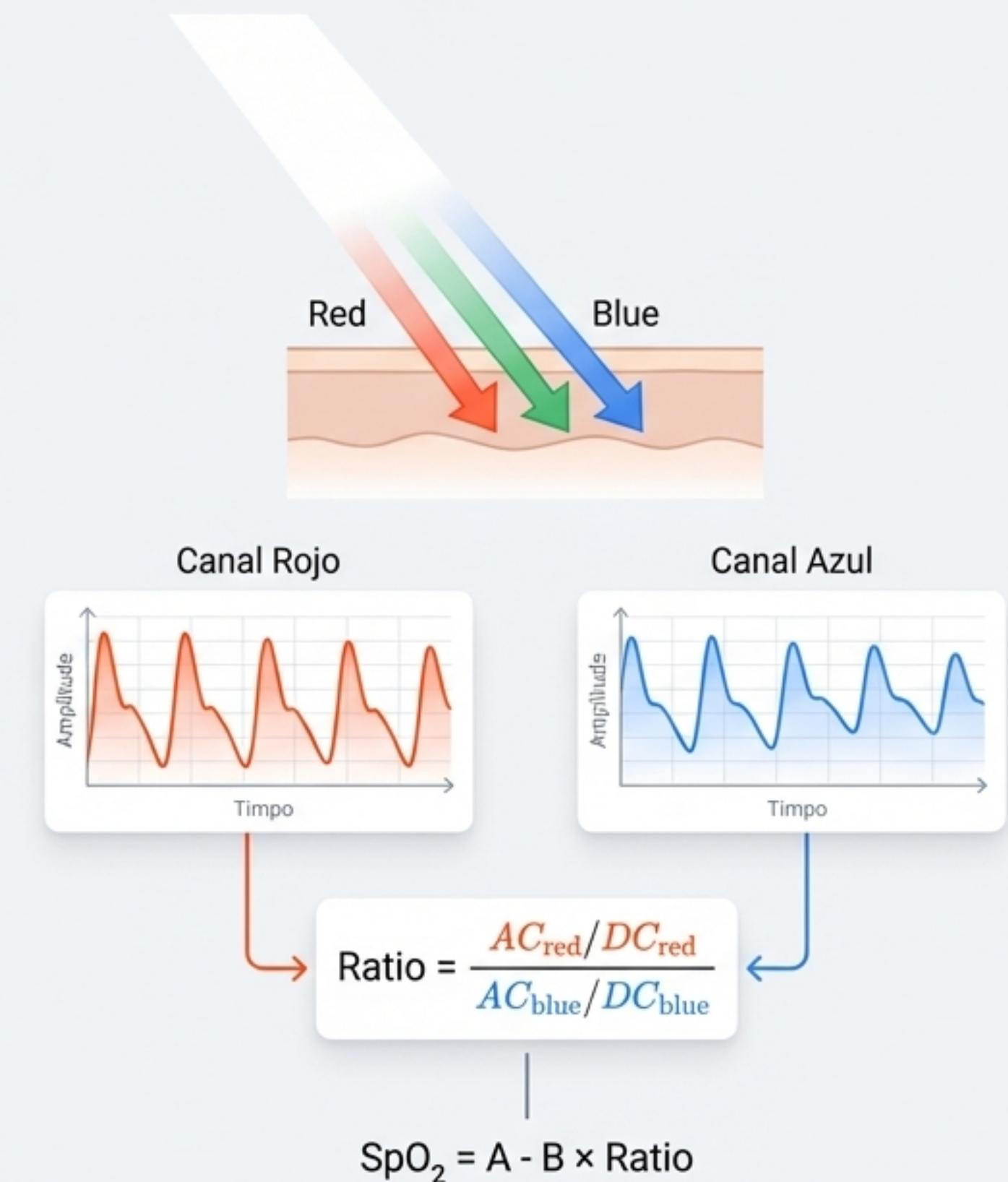
¿Qué es?: El porcentaje de hemoglobina que transporta oxígeno en la sangre.

El Problema Fundamental*: Los oxímetros clínicos usan luz roja e infrarroja. Las cámaras comunes solo capturan Rojo, Verde y Azul (RGB).

La Solución Aproximada:**

1. Se usa el 'ratio de ratios' para comparar la absorción de luz en el canal rojo vs. el canal azul...
2. **Fórmula del Ratio*: $\text{Ratio} = \frac{AC_{\text{red}}/DC_{\text{red}}}{AC_{\text{blue}}/DC_{\text{blue}}}$.
3. Se aplica una regresión lineal: $\text{SpO}_2 = A - B \times \text{Ratio}$.

****Advertencia Crucial***: Sin calibración específica, este valor es una **estimación relativa**, no un diagnóstico clínico.



EL RESULTADO: UN PANEL DE SALUD DIGITAL

FRECUENCIA CARDÍACA (HR)

72 BPM



Precisión: ±3 BPM

VARIABILIDAD CARDÍACA (HRV)

55 ms (SDNN)



FRECUENCIA RESPIRATORIA (RR)

16 RPM



SATURACIÓN DE OXÍGENO (SpO_2)

98%

(Estimación)

