

# Sección de Fenomenología / Predicciones — cómo ver  $\sigma$  (o descartarlo) en el laboratorio

\*\*Canales prioritarios (basados en la Parte 3 y su “manual de detección”):\*\*&#x20;

1. \*\*Interferometría de cavidad (óptica / microondas) y dispositivos Josephson paramétricos\*\*

\*\*Observable.\*\* Conversión resonante  $\sigma \leftrightarrow$  fotón/fase y huellas en el ruido de fase  $S_{\phi}(\omega)$  de la cavidad.

\*\*Firma.\*\* Aparición de una línea estrecha o un estrechamiento de línea al barrer la frecuencia de bombeo por  $\omega_{\sigma} \approx m_{\sigma}$  (unidades naturales), con caída reproducible de  $\Delta f$  al activar el control de calidad de factor ( $Q_{control}$ ). &#x20;

\*\*Criterio de aceptación.\*\* Señal persistente y calibrable en múltiples barridos, con ajuste a dinámica tipo Stuart–Landau ( $RMSE < 0.1$ ). \*\*Falsación\*\* si no se observa estructura alguna en  $S_{\phi}(\omega)$  ni estrechamiento de línea al cubrir el rango esperado de  $m_{\sigma}$  (ver escalas guía  $m_{\sigma} \approx$  MHz–GHz en el dominio de dispositivo). &#x20;

2. \*\*Pruebas de fuerzas de corto alcance (sub-mm): potencial de Yukawa\*\*

\*\*Observable.\*\* Desviación de  $1/r$  a distancias cortas con término de Yukawa  $V(r) \propto e^{-m_{\sigma} r}/r$ .

\*\*Firma.\*\* Señal reproducible en péndulos de torsión / micro-resonadores al barrer la separación en la ventana  $\sim 1/m_{\sigma}$ . &#x20;

\*\*Criterio de aceptación.\*\* Ajuste conjunto de los datos a  $(m_{\sigma}, g)$  con intervalos de confianza cerrados. \*\*Falsación\*\* si los límites experimentales cierran la región de parámetros relevante mapeada por el programa (expresar siempre resultados en el plano  $(m_{\sigma}, g_i)$ ). &#x20;

3. \*\*Materia condensada dirigida (SYNCTRON / ΣFET: SHNO/STNO, fotónico o superconductores)\*\*

\*\*Observable.\*\* \*\*Umbral de Hopf\*\*, \*\*injection locking\*\* (lengua de Arnold) y \*\*reducción de ruido\*\* al acoplar una red de osciladores al modo  $\sigma$  del dispositivo.

\*\*Firma.\*\* (i) Curva  $\Sigma(u_g)$  con umbral estable; (ii) \*\*ancho de captura\*\*  $\Delta\omega \propto |z_{rm}|$ ; (iii) \*\*estrechamiento de línea\*\*  $\Delta f \downarrow$  al activar control; (iv) \*\*repeticibilidad\*\* entre celdas del mismo wafer. &#x20;

\*\*Criterio de aceptación.\*\* Ajuste con  $RMSE < 0.1$  y reproducción en  $\geq 3-5$  celdas por wafer. \*\*Falsación\*\* si no aparecen el umbral de Hopf ni la lengua de Arnold en el barrido de  $u_g$  y se descartan sistemáticos.&#x20;

> \*\*Nota:\*\* estos tres canales son complementarios: cavidades (metrología de fase), fuerzas (test de campos escalares nuevos) y dispositivos ΣFET (ingeniería dirigida al modo  $\sigma$ ). Todos se encuadran en el programa de Parte 3.&#x20;

---

## Autocrítica (validación y cómo aseguré las conclusiones)

\* \*\*No-redundancia vs. explicaciones estándar.\*\* Cada canal exige un \*\*patrón específico\*\* (estrechamiento de línea con RMSE objetivo; ley de Yukawa con  $m_{\sigma}$  bien

determinado; lengua de Arnold con  $\Delta\omega \propto |z_{\rm in}|$ ). Esto evita atribuir la señal a ruido instrumental o a no-idealidades genéricas. &#x20;

\* \*\*Controles y riesgos.\*\* El plan incluye \*\*ciegos, dispositivos nulos, replicación inter-lab, blindajes ambientales, verificación off-resonance y análisis  $\chi^2$  / pre-registro\*\*; si tras estos controles no aparece la firma, la hipótesis se \*\*refuta\*\* en la región escaneada de  $(m_\sigma, g_i)$ .&#x20;

\* \*\*Rastreo lógico.\*\* Derivé las firmas directamente del Lagrangiano y de la dinámica cercana a la bifurcación de Hopf; fijé la frecuencia objetivo con  $m_\sigma$  (escalas guía MHz–GHz en dispositivos), y \*\*crucé\*\* criterios de aceptación entre canales para minimizar falsos positivos. &#x20;

> \*\*Dónde descartar pronto.\*\* Si las búsquedas de Yukawa sub-mm desplazan los límites por encima de la banda de acoplos necesaria para ver las firmas en cavidades y  $\Sigma$ FET, el espacio de parámetros de  $\sigma$  quedará severamente restringido o excluido en este marco.&#x20;

\*(Opcional, si se requiere un tercer ejemplo “decaimiento anómalo” como en tu nota: buscar \*\*modulación de tasas de desintegración beta\*\* bajo condiciones controladas; se considera una predicción arriesgada pero \*\*verificable\*\* dentro del plan). \*