

Estudio Científico de Cierre — TCDS

Predicción Clave Lógica (PKL), Convergencia Triple y Cortafuegos de Escala
Fecha: 19 de septiembre de 2025 · Proyecto TCDS

Resumen Ejecutivo

Este estudio consolida las conclusiones alcanzadas en el dossier y su anexo de falsabilidad: (i) la creación de partículas por transmutación $\Sigma \rightarrow$ materia es operacional si, y sólo si, se verifican umbrales de noadiabaticidad (quench o bombeo paramétrico); (ii) la decisión empírica se rige por una Predicción Clave Lógica (PKL) basada en la convergencia de dos o más dominios independientes (Yukawa submm, Σ FET/SYNCTRON, espectros y correlaciones); (iii) existe un “cortafuegos de escala” que separa el régimen mesoscópico ($m\sigma \sim meV-eV \Rightarrow \lambda c \sim \mu m$) del régimen energíaoscura ($m\sigma \gg H_0 \Rightarrow \lambda c$ cosmológica), lo cual impide atribuir simultáneamente firmas micrométricas y $w \approx -1$ a un mismo σ sin mecanismos adicionales (screening verificable). El documento formaliza estas piezas en metodología, criterios cuantitativos, protocolos estadísticos y riesgos, y concluye con un veredicto operativo para el programa TCDS.

1. Antecedentes y Contexto

La TCDS postula un campo de sincronización lógica Σ y su excitación escalar σ (Sincronón), acoplado a canales materiales φ_i mediante un portal efectivo $g_i \sigma \varphi_i^2$, en presencia de un bombeo temporal $Q(t)$ (Empuje Cuántico). Las investigaciones previas mostraron firmas mesoscópicas consistentes con $m\sigma$ en el rango $meV-eV$: potenciales de corto alcance tipo Yukawa a micras, fenomenología de bloqueo (LI, RMSE) y lenguas de Arnold en Σ FET/SYNCTRON, y espectros no térmicos con correlaciones de par. Sin embargo, también se consideró la hipótesis rival de que dichas firmas pudieran ser EM o incluso propias de un σ ultraligero (de tipo energía oscura). Este estudio fija el estándar de decisión y falsación.

2. Marco Teórico y Umbrales

El Lagrangiano efectivo mínimo para el bloque $\Sigma-\chi$ con portales a materia es: $L = \frac{1}{2}(\partial\sigma)^2 - \frac{1}{2}m\sigma^2\sigma^2 - (\lambda/4)\sigma^4 + \frac{1}{2}(\partial\chi)^2 - \frac{1}{2}m\chi^2\chi^2 + \sum_i [\frac{1}{2}(\partial\varphi_i)^2 - \frac{1}{2}m_i\varphi_i^2 - \frac{1}{2}g_i\sigma\varphi_i^2] + J_Q(t)\sigma$. Cada modo de φ_i cumple: $\omega_k + \omega_{k^2}(t)x_k = 0$, con $\omega_{k^2}(t) = k^2 + m_i^2 + g_i\sigma(t)$. La condición de creación es noadiabaticidad: $\delta_k = |\omega_k / \omega_{k^2}| \gg 1$. Umbrales universales: (i) Quench: $|g_i| \cdot |\Delta\Sigma|/\tau \gg 2 [m_i^2 + g_i \Sigma_{bias}]^{3/2}$; (ii) Paramétrico (banda 1): $\Gamma \approx \frac{1}{2} (g_i \sigma_0 / 4 \omega_{k^2}) \omega \sigma > \gamma_{diss}$.

3. Predicción Clave Lógica (PKL) y Regla de Decisión

PKL: Bajo un protocolo controlado de $Q(t)$, deben observarse coincidentemente (ventana temporal predefinida) al menos dos de las tres firmas: C1) Yukawa con $\lambda c = \lambda c/m\sigma (\pm 10\%)$ en $1-50 \mu m$; C2) ensanche de lenguas de Arnold y aumento de LI en Σ FET cumpliendo $\Gamma > \gamma_{diss}$; C3) espectros no térmicos con pico en $\omega\sigma/2$ y $g^{(2)}(0) > 2$. Éxito = ≥ 2 criterios + nulos limpios; Fracaso = 0 criterios (nulos limpios) a sensibilidad objetivo. El caso intermedio (1 criterio) exige replicación y mejora de sensibilidad.

4. Cortafuegos de Escala (Incompatibilidad Mesoscópico vs. DE)

La identidad $\lambda c = \lambda c / m\sigma$ y el criterio cosmológico $m\sigma \gg H_0$ ($H_0 \approx 1.44 \times 10^{-33} eV$) separan de forma tajante dos regímenes: $m\sigma \sim meV-eV \Rightarrow \lambda c \sim \mu m \Rightarrow$ efectos submm y firmas en banco; $m\sigma$

■ $H_0 \Rightarrow \lambda c$ cosmológica \Rightarrow comportamiento tipo energía oscura ($w \approx -1$). Por tanto, las señales micrométricas y los picos \sim meV no pueden atribuirse al mismo σ que sostenga DE de fondo, salvo mecanismos de screening ambiente dependientes que a su vez predicen desplazamientos de umbrales con densidad/temperatura (medibles).

5. Métodos y Protocolos

- Submm (C1): balanza de torsión o microcantiléver, barridos 1–50 μm ; ajuste $V(r) \propto [1 + \alpha e^{-r/\lambda c}]^{\beta}/r$ ($\pm 10\%$ en λc); lock-in; nulos.
- Σ FET/SYNCHRON (C2): barrer ($\sigma_0, \omega\sigma$), trazar lenguas de Arnold; medir LI y RMSE; verificar U_{param} ($\Gamma > \gamma_{\text{diss}}$).
- Espectros y correlaciones (C3): resolver pico en $\omega\sigma/2 \pm 5\%$ y $g^{(2)}(0) > 2$; coincidencia temporal con $Q(t)$.
- Controles: dispositivo nulo, ciegos A/B, enjaulado RF, control térmico; preregistro de umbrales y análisis.

6. Plan Estadístico y Matriz de Decisión

Doble umbral de significancia ($\alpha=0.01$ para detecciones clave, corrección por múltiples comparaciones), estimación de tamaños de efecto y potencia ≥ 0.8 , bootstrap de residuales, validación cruzada intersesión e interlab. La matriz de decisión sintetiza el veredicto.

| Evidencia | C1 (Yukawa) | C2 (Σ FET) | C3 (Espectros) | Nulos | Veredicto |
|-----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------|---------------------------------------|
| Caso A | Sí ($\geq 5\sigma$) | Sí ($\geq 3\sigma$) | — | Limpios | PKL satisfecha $\rightarrow H_0$ |
| Caso B | — | Sí ($\geq 3\sigma$) | Sí ($\geq 5\sigma$) | Limpios | PKL satisfecha $\rightarrow H_0$ |
| Caso C | Sí ($\geq 5\sigma$) | — | — | Limpios | Insuficiente (replicar) |
| Caso D | No | No | No | Limpios | H_0 falsada (sensibilidad objetivo) |
| Caso E | Sí | Sí | Sí | Fallan | Artefacto (descartar) |

7. Integración de Resultados de Escala

Referencias cuantitativas: (i) meV–eV $\Rightarrow \lambda c = 0.1973269804 \text{ eV}\cdot\mu\text{m} / m\sigma(\text{eV})$: p.ej., $m\sigma=0.04 \text{ eV} \Rightarrow \lambda c \approx 4.93 \mu\text{m}$; (ii) $H_0 \approx 1.44 \times 10^{-33} \text{ eV}$ (escala de DE); (iii) para $V=\frac{1}{2} m^2 \sigma_0^2$, igualar $p\Lambda \approx (2.26 \text{ meV})^4$ requiere $\sigma_0 \approx \sqrt{(2p\Lambda)/m}$. Estas identidades son las que habilitan la incompatibilidad DE vs. mesoscópico sin asumir detalles finos de modelo.

8. Riesgos, Confusores y Mitigaciones

- EMI/ruido y gradientes térmicos \rightarrow nulos, blindajes RF, control térmico activo, mediciones aleatorizadas on/off.
- Creep mecánico y derivas \rightarrow calibraciones previas/posteriores, ventanas cortas, pruebas de histeresis.
- Sobreajuste/confirmación \rightarrow preregistro, análisis ciego, conjuntos de validación y reporte simétrico de negativos.

9. Autocrítica y Trazabilidad de la Conclusión

Mi certeza se sostiene en: (a) identidades de escala ($\lambda c = m\sigma/m\sigma$) y el criterio $m\sigma \gg H_0$ para $w \approx -1$; (b) umbrales de noadiabaticidad ($U_{\text{quench}}/U_{\text{param}}$) que convierten “creación de partículas” en una condición cuantitativa y falsable; (c) redundancia empírica entre dominios (C1–C3) y controles nulos. Dónde podría fallar: acoplos g_i demasiado pequeños o fricción $\Sigma\chi$ excesiva ($\Gamma < \gamma_{\text{diss}}$), o

confusores que no se eliminan con nulos. Por eso se exigen sensibilidades objetivo, replicación interlab y condición de abandono explícita si no se cumplen ≥ 2 criterios con nulos limpios. Esto garantiza que el cierre sea científico y no narrativo.

10. Conclusión Operativa

El programa TCDS dispone ahora de una Predicción Clave Lógica concreta y refutable. La validación exige observar, bajo $Q(t)$, la convergencia de al menos dos dominios (Yukawa, Σ FET, espectros) con nulos limpios; la falsación corresponde a la noobservación reiterada a sensibilidad objetivo. El cortafuegos de escala impide confundir señales mesoscópicas con energía oscura, estabilizando la interpretación causal. El estudio justifica la investigación previa y habilita la transición ordenada a la etapa experimental.

