

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 $\Sigma \rightarrow \text{materia}$ 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, $\Sigma\text{FET}/\text{SYNCTRON}$, espectros y correlaciones); (iii) existe un “cortafuegos de escala” que separa el régimen mesoscópico ($m\sigma \sim \text{meV-eV} \Rightarrow \lambda_c \sim \mu\text{m}$) del régimen energía oscura ($m\sigma \ll H_0 \Rightarrow \lambda_c \text{ cosmológica}$), 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 $g_i \sigma \phi_i^2$, 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 $\Sigma\text{FET}/\text{SYNCTRON}$, 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: $L = \frac{1}{2}(\partial\sigma)^2 - \frac{1}{2}m\sigma^2 - \frac{(\lambda/4)}{\sigma} + \frac{1}{2}(\partial\chi)^2 - \frac{1}{2}m\chi^2 + \sum_i [\frac{1}{2}(\partial\phi_i)^2 - \frac{1}{2}m_i^2\phi_i^2 - \frac{1}{2}g_i\sigma\phi_i^2] + J_Q(t)\sigma$. Cada modo de ϕ_i cumple: $-\nabla^2\phi_i + \omega_i^2(t)\phi_i = 0$, con $\omega_i^2(t) = k^2 + m_i^2 + g_i\sigma(t)$. La condición de creación es noadiabaticidad: $\delta_k \equiv |\dot{\omega}_k / \omega_k| \gg 1$. Umbrales universales: (i) Quench: $|g_i| \cdot |\Delta\Sigma|/\tau \gg 2[m_i^2 + g_i\Sigma_{\text{bias}}]^{3/2}$; (ii) Paramétrico (banda 1): $\Gamma \approx \frac{1}{2}(g_i\sigma_0 / 4\omega_k^2)\omega\sigma > \gamma_{\text{diss}}$.

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 $\lambda_c = \hbar c/m\sigma$ ($\pm 10\%$) en $1-50 \mu\text{m}$; C2) ensanche de lenguas de Arnold y aumento de LI en ΣFET cumpliendo $\Gamma > \gamma_{\text{diss}}$; 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 $\lambda_c = \hbar c/m\sigma$ y el criterio cosmológico $m\sigma \ll H_0$ ($H_0 \approx 1.44 \times 10^{-33} \text{ eV}$) separan de forma tajante dos regímenes: $m\sigma \sim \text{meV-eV} \Rightarrow \lambda_c \sim \mu\text{m} \Rightarrow$ 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

- Sub■mm (C1): balanza de torsión o micro■cantiléver, barridos 1–50 μ m; ajuste $V(r) \propto [1 + \alpha \sigma e^{\{-r/\lambda c\}}]/r$ ($\pm 10\%$ en λc); lock■in; nulos.
- Σ FET/SYNCTRON (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; pre■registro 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 inter■sesión e inter■lab. 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 $\rightarrow H\sigma$
Caso B	—	Sí ($\geq 3\sigma$)	Sí ($\geq 5\sigma$)	Limpios	PKL satisfecha $\rightarrow H\sigma$
Caso C	Sí ($\geq 5\sigma$)	—	—	Limpios	Insuficiente (replicar)
Caso D	No	No	No	Limpios	$H\sigma$ 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 $\rho \Lambda \approx (2.26 \text{ meV})^4$ requiere $\sigma_0 \approx \sqrt{(2\rho \Lambda)/m}$. 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 pre■registro, 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 ($\lambda c=\blacksquare c/m\sigma$) y el criterio $m\sigma\blacksquare H_0$ para $w\approx-1$; (b) umbrales de no■adiabaticidad ($U_{\text{quench}}/U_{\text{param}}$) 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 eliminen 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.

