

Documento de Presentación (versión terminológica estándar)

Solicitud a comité educado

October 8, 2025

Propósito

Definir un marco mínimo con: (i) modelo de campo escalar real con acoplamientos efectivos, (ii) invariancia de Lorentz y recuperación de Relatividad General en el límite, (iii) reglas de decisión falsables con métricas estándar y controles nulos, y (iv) plan experimental reproducible.

1 Modelo de campos y acción efectiva

Consideramos un escalar real Σ y un sector material χ :

$$\mathcal{L} = \frac{1}{2}(\partial\Sigma)^2 + \frac{1}{2}(\partial\chi)^2 - \left(-\frac{1}{2}\mu^2\Sigma^2 + \frac{\lambda}{4}\Sigma^4 + \frac{1}{2}m_\chi^2\chi^2 + \frac{g}{2}\Sigma^2\chi^2\right), \quad (1)$$

$$\Sigma = \Sigma_0 + \sigma, \quad \Sigma_0 = \mu/\sqrt{\lambda}, \quad m_\sigma = \sqrt{2}\mu. \quad (2)$$

Ecuación de movimiento:

$$\square\Sigma - \mu^2\Sigma + \lambda\Sigma^3 + g\Sigma\chi^2 = 0. \quad (3)$$

Opción portal de Higgs: mezcla pequeña θ entre σ y el Higgs; se asume $\sin\theta \ll 1$ por límites electrodébiles.

2 Invariancia y correspondencia PPN

El lagrangiano es escalar Lorentz. Se adopta una métrica conforme efectiva

$$g_{\mu\nu}(\Sigma) = \Omega^2(\Sigma) \eta_{\mu\nu}, \quad \Omega(\Sigma) = 1 + \alpha_c \frac{\Sigma - \Sigma_0}{M_{\text{Pl}}} + \mathcal{O}((\Sigma - \Sigma_0)^2), \quad (4)$$

con recuperación del límite GR local si $|\partial_\mu \ln \Omega| \ll 1$. En el régimen solar se exige $|\gamma - 1|, |\beta - 1|$ dentro de cotas vigentes.

3 Geometría efectiva mínima

A primer orden, $R \simeq C \nabla^2 \Sigma$ en fondo casi-Minkowski, con C constante efectiva. La propagación tensorial cumple $c_{\text{GW}} = c$ en el fondo.

4 Parámetros y corredor de viabilidad

- Masa escalar: $m_\sigma \in [10^{-4}, 4 \times 10^{-3}]$ eV o $m_\sigma \gtrsim 0.1$ eV.
- Acoplamiento Yukawa efectivo: $\alpha \lesssim 10^{-4}$ para $\lambda \gtrsim 30 \mu\text{m}$.
- Conformalidad local: α_c pequeño para respetar PPN/WEP.
- Mezcla portal: $\sin^2 \theta \ll 10^{-1}$ ($\ll 10^{-2}$ si m_σ ligero).

5 Observables y dianas empíricas

Canal oscilador no lineal con *injection locking* (lenguas de Arnold).

Canal sub-milimétrico (potencial Yukawa $V(r) = -Gm_1m_2 r^{-1} [1 + \alpha e^{-r/\lambda}]$).

Canal PPN/WEPP (parámetros (γ, β) y pruebas de equivalencia).

Objetivos de referencia: bandas kHz en plasmas espaciales de interés y líneas/ruido en relojería de precisión cuando aplique.

6 Métrica de tasa de actualización

Para una magnitud $M(t)$ (p. ej., *Phase-Locking Value* PLV, coeficiente de Pearson r , error RMSE), defina la variación total

$$\text{TV}[M; \Delta t] = \sum_{i=1}^{N-1} |M_{i+1} - M_i|, \quad \kappa(\Delta t) = \frac{1}{\Delta t} \text{TV}[M; \Delta t], \quad (5)$$

con ventanas fijas por dominio para evaluar estabilidad y poder predictivo frente a controles nulos.

7 KPIs operativos por canal

Oscilador con *injection locking*

En región de bloqueo:

$$\text{PLV} \geq 0.90, \quad r \geq 0.95, \quad \text{RMSE} \leq 0.10, \quad \frac{\partial \Delta f}{\partial A_c} > 0, \quad (6)$$

con A_c amplitud de inyección. Condición nula: $A_c = 0$ debe anular el bloqueo. Reproducibilidad objetivo $\geq 95\%$.

Relojería y óptica

Desfase mínimo acumulado $\Delta\theta > 10^{-8}$ rad a 100 s y $r > 0.95$ cuando corresponda; estabilidad Allan $\sigma_y < 3 \times 10^{-16}$ a 10^4 s como meta indicativa.

Canal sub-mm

Ajuste de (α, λ) por mínimos cuadrados ponderados con $\chi_{\text{red}}^2 \approx 1$ y pertenencia de (α, λ) a región no excluida.

8 Regla de decisión agregada

Defina

$$S = \frac{1}{4}\Theta(\Delta\text{PLV} - 0.40) + \frac{1}{4}\Theta(r_{\text{opt}} - 0.95) + \frac{1}{4}\Theta(\rho(t_1, t_2) - 0.4) + \frac{1}{4}\Theta(K - 1), \quad (7)$$

donde $K = \kappa_{\text{osc}}/\kappa_{\text{clk}} \cdot \kappa_{\text{opt}}/\kappa_{\text{ref}}$ es una razón de tasas libre de unidades y Θ es escalón de Heaviside. **Criterio:** aprobar si $S \geq 0.8$ en ≥ 2 laboratorios y ≥ 2 ventanas; suspender si $S \leq 0.2$ o se acumulan ≥ 3 nulos con sensibilidad declarada.

9 Protocolos y controles

Preregistro, doble nulo y *sham*. Ensayos de robustez térmica/EMI. Monotonidad $\partial(\Delta f)/\partial A_c > 0$ y $\partial(\Delta\theta)/\partial A_c > 0$. Misma potencia, *SNR* y *pipeline* entre dominios para evitar sesgos.

10 Filtros externos

- WEP/PPN: $|\eta| < 10^{-15}$, $|\gamma - 1| < 10^{-5}$.
- Yukawa sub-mm: $\alpha \lesssim 10^{-4}$ para $\lambda \gtrsim 30 \mu\text{m}$.
- Portal de Higgs: $\sin^2 \theta \ll 10^{-1}$; más estricto si m_σ es ligero.

11 Programa experimental mínimo

1. Semanas 1–2: oscilador 2.1 kHz to 2.5 kHz; KPIs y contraste de PLV entre bandas.
2. Semana 3: óptica; mínimo de $\Delta\theta$ y estimación de κ_{opt} .
3. Semana 4: relojería; línea/cota y κ_{clk} .
4. Semanas 5–6: análisis químico-astronómico si aplica; correlación $\rho(t_1, t_2)$ y κ correspondiente.

12 Entregables y auditoría

`Plan.json` con parámetros, ventanas y reglas de parada; datos crudos `RAW/`, `Pipelines/` con huellas SHA-256; `KPI.csv`, `Krate.csv`, `Nulls.zip`; informe de auditoría y tablero público.

Autocrítica

Riesgos: dureza de umbrales puede filtrar señales débiles; dependencia de κ en la elección de ventana; sobreajuste conceptual si no se aíslan covariables. **Mitigaciones:** preregistro, doble nulo, análisis de sensibilidad en ventanas, reporte de potencia estadística ≥ 0.8 , validación cruzada multi-dominio y límites PPN/Yukawa obligatorios. **Condición de rechazo:** si κ no aporta poder predictivo o si los nulos repetidos contradicen los KPIs, se rechaza el puente fenomenológico.