

# 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  $\Sigma$  y un sector material  $\chi$ :

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

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

Ecuación de movimiento:

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

Opción portal de Higgs: mezcla pequeña  $\theta$  entre  $\sigma$  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  $\lambda \gtrsim 30$  μm.
- Conformalidad local:  $\alpha_c$  pequeño para respetar PPN/WEP.
- Mezcla portal:  $\sin^2 \theta \ll 10^{-1}$  ( $\ll 10^{-2}$  si  $m_\sigma$  ligero).

## 5 Observables y dianas empíricas

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

Canal sub-milimétrico (potencial Yukawa  $V(r) = -Gm_1 m_2 r^{-1} [1 + \alpha e^{-r/\lambda}]$ ).

Canal PPN/WEP (parámetros  $(\gamma, \beta)$  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<sup>4</sup> s como meta indicativa.

Canal sub-mm

Ajuste de  $(\alpha, \lambda)$  por mínimos cuadrados ponderados con  $\chi^2_{\text{red}} \approx 1$  y pertenencia de  $(\alpha, \lambda)$  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  $\Theta$  es escalón de Heaviside. **Criterio:** aprobar si  $S \geq 0.8$  en  $\geq 2$  laboratorios y  $\geq 2$  ventanas; suspender si  $S \leq 0.2$  o se acumulan  $\geq 3$  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  $m_\sigma$  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  $\kappa_{\text{opt}}$ .
3. Semana 4: relojería; línea/cota y  $\kappa_{\text{clk}}$ .
4. Semanas 5–6: análisis químico-astronómico si aplica; correlación  $\rho(t_1, t_2)$  y  $\kappa$  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  $\kappa$  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  $\geq 0.8$ , validación cruzada multi-dominio y límites PPN/Yukawa obligatorios. **Condición de rechazo:** si  $\kappa$  no aporta poder predictivo o si los nulos repetidos contradicen los KPIs, se rechaza el puente fenomenológico.