

# Protocolo -MCE Unificado (TCDS)

Canon operativo con K-Rate, regla S y ciclo autorregulado

Paradigma TCDS

10 de octubre de 2025

## 1. Tesis mínima y marco

**T0.** Campo escalar real  $\Sigma$  + sector material  $\chi$  con acción efectiva mínima:

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

$\Sigma = \Sigma_0 + \sigma$ ,  $m_\sigma = \sqrt{2}\mu$ . Invarianza de Lorentz y correspondencia PPN por métrica conforme  $g_{\mu\nu}(\Sigma) = \Omega^2(\Sigma)\eta_{\mu\nu}$  con  $|\partial \ln \Omega| \ll 1$  en régimen solar.

## 2. Observables primarios y dianas

- **Oscilador no lineal:** *injection locking* (lenguas de Arnold).
- **Canal sub-mm:** potencial Yukawa  $V(r) = -Gm_1m_2r^{-1}[1 + \alpha e^{-r/\lambda}]$ .
- **Relojería/óptica:** líneas o desfases de precisión; estabilidad Allan.
- **Referencias externas:** bandas kHz en plasmas y objetivos químicos/astronómicos cuando aplique.

## 3. K-Rate ( $\kappa_\Sigma$ )

### 3.1. Definición operacional

Para magnitud  $M(t) \in \{\text{PLV}, r, \text{RMSE}\}$  define la variación total

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

Ventanas fijas por dominio. Regla:  $\kappa_\Sigma$  debe superar nulos y converger entre bancos.

### 3.2. Estimadores por banco

E1: tiempo a umbral de bloqueo en  $\text{LI}(f_{in}, A_c)$ ; E2: relajación de ruido de fase tras *step* de control; E3: óptica de fase vía tiempo de establecimiento de  $R \propto \nabla^2 \Sigma$ .

## 4. KPIs y co-tensión

**Zona verde:**  $\text{LI} \geq 0,90$ ,  $R > 0,95$ ,  $\text{RMSE}_{SL} < 0,10$ , reproducibilidad  $\geq 95\%$ .

Co-tensión multi-dominio: contraste de métricas entre bandas/medios según protocolo.

## 5. Regla de decisión agregada (S)

$$S = \frac{1}{4}\Theta(\Delta\text{PLV} - 0,40) + \frac{1}{4}\Theta(\text{R}_{\text{opt}} - 0,95) + \frac{1}{4}\Theta(\rho(t_1, t_2) - 0,4) + \frac{1}{4}\Theta(K - 1),$$

$$K = \kappa_{\Sigma\text{osc}}/\kappa_{\Sigma\text{clk}} \cdot \kappa_{\Sigma\text{opt}}/\kappa_{\Sigma\text{ref}}.$$

**Aprobar:**  $S \geq 0,8$  en  $\geq 2$  laboratorios y  $\geq 2$  ventanas. **Suspender:**  $S \leq 0,2$  o  $\geq 3$  nulos con sensibilidad declarada.

## 6. Filtros externos y corredor viable

WEP/PPN:  $|\eta| < 10^{-15}$ ,  $|\gamma - 1| < 10^{-5}$ . Yukawa:  $\alpha \lesssim 10^{-4}$  para  $\lambda \gtrsim 30 \mu\text{m}$ . Portal Higgs:  $\sin^2 \theta \ll 10^{-1}$  (más estricto si  $m_\sigma$  ligero). Masas candidatas:  $m_\sigma \in [10^{-4}, 4 \times 10^{-3}] \text{ eV}$  o  $m_\sigma \gtrsim 0,1 \text{ eV}$ .

## 7. Protocolos, controles y justicia entre bancos

Preregistro, doble nulo y *sham*; ataque rojo EMI/térmico; monotonicidad  $\partial(\Delta f)/\partial A_c > 0$ ,  $\partial(\Delta\theta)/\partial A_c > 0$ ; misma potencia, SNR y *pipeline* entre dominios.

## 8. EXO-12: decisión y exclusión

Pasos: hipótesis y priors  $\rightarrow$  corrida ciega con nulos  $\rightarrow$  liberar ciego, ajustar AIC/BICy BF  $\rightarrow$  estimar  $\kappa_\Sigma$  (E1–E3) con IC95 %  $\rightarrow$  figura de exclusión en  $(m_\sigma, \sqrt{g})$  o  $(\mu, \lambda) \rightarrow$  validación PPN/Yukawa  $\rightarrow$  replicación cruzada ( $\geq 95\%$ ).

Criterio: *aceptación provisional* sólo con KPIs en verde + BF > 150 y réplica.

## 9. Programa experimental mínimo

Semanas 1–2: oscilador 2.1–2.5 kHz; KPIs y  $\Delta\text{PLV}$ .

Semana 3: óptica;  $\Delta\theta_{\text{mín}}$  y  $\kappa_{\Sigma\text{opt}}$ .

Semana 4: relojería; línea/cota y  $\kappa_{\Sigma\text{clk}}$ .

Semanas 5–6: análisis químico/astronómico si aplica;  $\rho(t_1, t_2)$  y  $\kappa_\Sigma$  correspondiente.

## 10. Ciclo autorregulado

S0: preregistro y auditoría interna. S1: corrida ciega. S2: EXO-12 y publicación inmediata. S3: réplica independiente. S4: revisión trimestral con degradación/confirmación.

Reglas: si BF < 10 o KPIs fallan  $\Rightarrow$  degradar; si réplica < 95 %  $\Rightarrow$  congelar; vencimiento a 12 meses sin réplica.

## 11. Entregables y auditoría

Plan.json (parámetros, ventanas, *stop rules*, hashes); RAW/, Pipelines/ con SHA-256; KPI.csv, Krate.csv, Nulls.zip; informe de auditoría y tablero público.

## 12. Autocrítica

Riesgos: dureza de umbrales filtra señales débiles; dependencia de  $\kappa_\Sigma$  en ventana; compatibilidad PPN/portal. Mitigaciones: preregistro, doble nulo, análisis de sensibilidad de ventanas, potencia  $\geq 0,8$ , validación cruzada y filtros externos obligatorios. Rechazo: si  $\kappa_\Sigma$  no añade poder predictivo o nulos repetidos contradicen KPIs, se rechaza el puente.