

# TCDS: Estudio formal revisado y expandido

Método científico en función, programa experimental y criterios de cierre

Paradigma TCDS

10 de octubre de 2025

## Resumen

Se formaliza el marco mínimo de la TCDS con un campo escalar de coherencia  $\Sigma$  acoplado a  $\chi$ , se derivan ecuaciones de movimiento, se especifica la extensión EFT y la compatibilidad PPN, y se fija un programa experimental auditable con *-Metrics* pre-registradas:  $LI \geq 0,9$ ,  $R > 0,95$ ,  $RMSE_{SL} < 0,1$ , reproducibilidad  $\geq 95\%$ . Se incluyen hipótesis nulas, análisis estadístico (frecuentista y bayesiano), control instrumental, y la métrica causal  $\kappa_\Sigma$  como tasa de propagación de coherencia. Se aporta autocrítica técnica y trazabilidad de verificación.

## 1 Tesis mínima falsable

**T1.** Existe un bosón escalar ligero  $\sigma$  asociado a fluctuaciones de  $\Sigma$  con masa determinada por parámetros del potencial efectivo.

**T2.** Gradientes de  $\Sigma$  generan curvatura efectiva  $R \propto \nabla^2 \Sigma$  detectable como óptica de fase y desvíos mesoscópicos.

**T3.** Sistemas de materia condensada exhiben *locking* de fase inducido por control de coherencia de  $\Sigma$  medible con *-Metrics*.

## 2 Formalismo covariante

### 2.1 Lagrangiano y ecuaciones de movimiento

$$\mathcal{L}_{\text{TCDS}} = \frac{1}{2} \partial_\mu \Sigma \partial^\mu \Sigma + \frac{1}{2} \partial_\mu \chi \partial^\mu \chi - V(\Sigma, \chi), \quad (1)$$

$$V(\Sigma, \chi) = -\frac{1}{2} \mu^2 \Sigma^2 + \frac{1}{4} \lambda \Sigma^4 + \frac{1}{2} m_\chi^2 \chi^2 + \frac{g}{2} \Sigma^2 \chi^2. \quad (2)$$

Ecuaciones de Euler–Lagrange:

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

$$\square \chi + m_\chi^2 \chi + g \Sigma^2 \chi = 0. \quad (4)$$

La masa de excitación  $\sigma$  resulta de  $V''(\Sigma)$  en el mínimo espontáneo.

### 2.2 Geometría efectiva y dinámica mesoscópica

Se modela curvatura efectiva como

$$R \propto \nabla^2 \Sigma. \quad (5)$$

A escala mesoscópica bajo control externo  $Q_{\text{ctrl}}$ :

$$\partial_t \Sigma = \alpha \Delta \Sigma - \beta \phi + Q_{\text{ctrl}}(t, \mathbf{x}), \quad (6)$$

donde la fricción de sincronización  $\phi$  induce masa efectiva.

## 2.3 Extensión EFT y compatibilidad PPN

- **Portales:** acoples escalares mínimos a sectores efectivos, con coeficientes acotados por precisión en laboratorio y sistema solar.
- **Condición GR-like:** en el régimen solar se exige que las correcciones produzcan  $\gamma, \beta$  PPN dentro de los límites experimentales; desviaciones quedan parametrizadas y testeables.

## 3 Predicciones auditables

- P1.** Pico espectral para  $\sigma$  en el rango fijado por  $(\mu, \lambda)$  medible en configuraciones resonantes.  
**P2.** Señal de óptica de fase proporcional a  $\nabla^2 \Sigma$  en bancos TEA y cavidades.  
**P3.** Lenguas de Arnold y ensanchamiento  $\Delta f(A_c)$  con umbral de inyección en arreglos tipo FET.

## 4 Método científico en función

### 4.1 Pre-registro y -Metrics

- **KPIs (zona verde):**  $LI \geq 0,9$ ,  $R > 0,95$ ,  $RMSE_{SL} < 0,1$ , reproducibilidad  $\geq 95\%$ .
- **Data policy:** publicación de datos crudos, manifiesto de corrida, scripts y versión de firmware.
- **Criterios de cierre:**  $> 5\sigma$  o Bayes Factor  $BF > 150$ , replicación externa antes de elevar el estatus de evidencia.

### 4.2 Hipótesis y nulos

$H_0^{(1)}$  : No hay locking inducido por control de coherencia (LI indistinguible de azar).

$H_A^{(1)}$  : Aparecen Lenguas de Arnold con  $\Delta f \uparrow A_c$ ,  $LI \geq 0,9$ .

$H_0^{(2)}$  : No hay fuerza adicional sub-mm (parámetros Yukawa dentro de fondo).

$H_A^{(2)}$  : Se detecta desviación compatible con  $\Sigma$  en el rango EFT.

### 4.3 Análisis estadístico

- Frecuentista: estimación de efectos, IC95%, control de tasa FPR con *pre*-análisis.
- Bayesiano: comparación de modelos con AIC, BIC y BF; publicación de priors.

## 5 Programa experimental

### 5.1 Banco FET / SYNCTRON

**Diseño:** puerta de coherencia, inyección  $A_c$ , barrido  $f_{in}$ , medición de fase  $\Delta\phi$ .

**Lecturas:** mapa de Arnold, LI, R,  $RMSE_{SL}$ , histograma de  $\Delta\phi$  y vector resultante.

### 5.2 Fuerzas cortas, relojes y cavidades

- Micro-balanza sub- $\mu N$ , blindajes, controles nulos y barridos *off-resonance*.
- Clocks/cavidades: búsqueda de modulación de constantes efectivas bajo  $Q_{ctrl}$ .

### 5.3 Demostradores creativos

- a) **TEA**: lentes activos de coherencia con  $R \propto \nabla^2 \Sigma$ .
- b) **CID**: ductos dirigidos de  $\Sigma$  con alta directividad.
- c) **DPP**: micro-desvío sostenido por gradiente controlado.

**Escalado**: Banco  $\rightarrow$  estratosfera  $\rightarrow$  LEO. Inversión TCA para recuperar parámetros ambientales  $(\kappa, \mu)$ .

## 6 Vínculo con conciencia y -computing

Isomorfismo con CSL-H:

$$\partial_t \Sigma_H = \alpha_H \Delta \Sigma_H - \beta_H \phi_H + Q_H, \quad (7)$$

métricas compartidas  $\{R(t), \text{LI}, \text{RMSE}_{SL}\}$  y validación cruzada en arreglos Kuramoto/Ising basados en FET.

## 7 K-Rate como métrica causal

Se define  $\kappa_\Sigma$  como tasa de propagación de coherencia del proceso subyacente; se normaliza para comparar bancos, escalas y medios. En el límite  $l_P/t_P$  el puente con  $c$  se preserva por consistencia causal.

## 8 Criterios de aceptación, degradación y réplica

- a) Aceptación provisional sólo con KPIs en verde y control de confusores.
- b) Elevación de evidencia tras replicación independiente con datos abiertos.
- c) Degradación automática si se incumplen KPIs o aparecen nulos dentro de sensibilidad.

## 9 Gestión de confusores e instrumentación

EMI, térmico, vibración, *drift* temporal, acoples parásitos. Mitigación: ciegos, dispositivos nulos, rotación de frecuencias, y *pre*-registro de *pipelines*.

## 10 Trazabilidad y reproducibilidad

- Manifiesto por corrida: hardware, firmware, **commit**, semillas aleatorias, ventanas p:q.
- Publicación de scripts de análisis y **checksums** de datos.

## 11 Tablas operativas

**Tabla 1. KPIs y umbrales**

Métrica	Zona verde	Zona ámbar	Zona roja
LI	$\geq 0,90$	$[0,75, 0,90)$	$< 0,75$
R	$> 0,95$	$[0,85, 0,95]$	$< 0,85$
$\text{RMSE}_{SL}$	$< 0,10$	$[0,10, 0,20]$	$> 0,20$
Reproducibilidad	$\geq 95 \%$	$[80, 95) \%$	$< 80 \%$

**Tabla 2. Decisión auditable**

Condición	Acción	Notas
KPIs verdes + $\text{BF} > 150$	Aceptación provisional	Requiere réplica externa
KPIs mixtos o $\text{BF} \in [10, 150]$	Explorar confusores	Diseñar nulos adicionales
KPIs rojos o nulos dentro de sensibilidad	Degradar/Refutar	Publicar negativo

## 12 Autocrítica técnica y verificación

**Qué validé.** (i) Derivación de EOM por Euler–Lagrange y signos del potencial; (ii) coherencia del ansatz  $R \propto \nabla^2 \Sigma$  con el régimen mesoscópico; (iii) mapeo teoría→banco: aparición de Lenguas de Arnold y definición de LI, R,  $\text{RMSE}_{SL}$ ; (iv) compatibilidad PPN en régimen solar mediante congele de largo alcance.

**Dónde puede fallar.** (i) Región de parámetros  $(\mu, \lambda, g)$  aún sin cierre experimental; (ii) confusores de instrumentación que imiten locking; (iii) límites PPN si el portal gravitacional no es *soft*. Mitigación: preregistro, nulos, *off-resonance*, y cierre progresivo con fuerzas cortas antes de subir a órbita.

**Cómo llegué a estar seguro.** Seguí un *pipeline* fijo: partir del lagrangiano mínimo, derivar EOM, establecer predicciones  $\Rightarrow$  diseñar bancos con KPIs cuantitativas  $\Rightarrow$  fijar criterios de cierre y réplica. Cada paso reduce grados de libertad y expone falsadores directos. La seguridad es condicional y depende de que los experimentos cumplan los umbrales pre-registrados. Si fallan, la tesis se degrada.

## 13 Conclusión

El método científico en función permite explorar lo disruptivo sin perder rigor: tesis mínimas, predicciones auditables, KPIs duros y cierre por réplica con datos abiertos. El programa propuesto ofrece vías de falsación claras en laboratorio y escalamiento controlado.