

# Canon TCDS de Metodología Científica

-metrics + -LBCU, Ciclo de Programas Isomórficos y Canon de Estructura Absoluta

TCDS Program

## Propósito

Establecer un canon operativo y auditable que unifique métricas, regla de decisión -LBCU, programas isomórficos y el *Canon de Estructura Absoluta* (CEA), con plausibilidad metodológica frente a la ciencia actual por lógica causal.

## 1 Definiciones operativas (-metrics)

**LI** (Locking Index):  $LI = |\langle e^{i\Delta\phi(t)} \rangle_{p,q}|$ . **R**: correlación modelo-dato. **RMSE<sub>SL</sub>**: error en sincronograma-línea.  **$\kappa_{\Sigma}$** : sensibilidad efectiva  $d(\text{Obs})/d\Sigma$ . **Reproducibilidad**: éxitos/N, IC Clopper-Pearson.

## 2 Regla de decisión única (-LBCU)

**Sí si**:  $LI \geq 0.90$ ,  $R > 0.95$ ,  $RMSE_{SL} < 0.10$ ,  $\text{Reprod.} \geq 95\%$ , y  $\{5\sigma \vee BF > 150\}$  vs. nulo.  
**No si**: falla cualquiera o los límites excluyen la región de parámetros necesaria del modelo.

## 3 Ciclo -MCE (canon de rigor)

- (1) **Prerregistro**: hipótesis, KPIs, ciegos, nulos, análisis primario/sensibilidad, stopping rule.
- (2) **Diseño**: mapa ecuación  $\rightarrow$  observable  $\rightarrow$  métrica  $\rightarrow$  KPI; dispositivo nulo.
- (3) **Adquisición**: bloques A/B/Null, randomización, swaps, control térmico/EMI.
- (4) **QC**: Allan, verificación de ruido, off-resonance.
- (5) **Análisis**: ML/MAP, AIC/BIC, Bayes Factor, IC95%, falsación cruzada.
- (6) **Decisión**: -LBCU. (7) **Replicación** externa. (8) **Liberación** de datos y scripts.

## 4 Ciclo de Programas Isomórficos (CPI)

Sea  $\mathcal{P} = \{\text{FET, Sub-mm, Relojes/Cavidades, Interferometría}\}$ . Defínase functor parsimonioso  $\mathfrak{J} : \text{EOM}(\Sigma) \mapsto \{\text{pipeline}_p\}_{p \in \mathcal{P}}$  que preserva:

1. **Isomorfismo de decisión**: misma -LBCU y KPIs.
2. **Isomorfismo de controles**: nulos, ciegos, off-resonance, swaps.

3. **Isomorfismo de evidencia:** umbral  $\{5\sigma \vee \text{BF} > 150\}$  y corroboración cruzada.

**Resultado del CPI:** dictamen binario global por voto AND lógico de realce en  $\geq 1$  canal + corroboración en otro.

## 5 Canon de Estructura Absoluta (CEA)

### Axiomas mínimos

(A1) Principio de mínima acción coherente para  $\Sigma$ . (A2) Métrica efectiva conforme mínima  $g_{\mu\nu}^{(\Sigma)} = e^{2\kappa\Sigma}\eta_{\mu\nu}$ . (A3) Conservación local y compatibilidad Lorentz en  $M^{3,1}$ . (A4) Falsación prioritaria mediante KPIs cuantitativos y nulos instrumentados.

### Estructura

**Núcleo Hamiltoniano:**  $\mathcal{H}_\Sigma = \frac{1}{2}\Pi_\Sigma^2 + \frac{1}{2}(\nabla\Sigma)^2 + \frac{\lambda}{4}(\Sigma^2 - \mu^2)^2 - g_m\Sigma T_\mu^\mu$ .

**Proyección operacional:** cada observable se expresa como  $\text{Obs} = \mathcal{F}[\Sigma; \kappa_\Sigma]$  y se liga a -metrics y KPIs.

**Trazabilidad:** grafo causal ecuación→diseño→métrica→KPI→decisión.

## 6 Plantilla mínima de prerregistro

**H1:** forma funcional del efecto en el canal. **Hardware:** esquema, blindajes, gemelo nulo.

**KPIs:** LI, R,  $\text{RMSE}_{SL}$ , Reprod.,  $5\sigma/\text{BF}$ . **Ciegos:** llaves, calendario, desenmascaramiento.

**Análisis:** modelos, priors, AIC/BIC/BF, stopping rule. **Descarte:** umbrales de drift térmico/EMI/saturación. **Compromiso:** publicación de resultados y límites.

## 7 Matrices de aceptación por canal

**FET:**  $\text{LI} \geq 0.90$ ,  $R > 0.95$ ,  $\text{RMSE}_{SL} < 0.10$ ,  $\Delta f \propto A_c$ , nulo sin locking.

**Relojes/Cavidades:**  $|\delta f/f|_\Sigma \geq 5\sigma$  y coherente con  $\kappa_\Sigma$ ; nulos térmicos/EMI negativos.

**Sub-mm:** mejora  $\geq \times 3$  en  $\alpha_5(\ell_\sigma)$  o exclusión de región objetivo.

**Interferometría:**  $\Delta\phi_\Sigma \geq 5\sigma$  y coherente con modulación.

## 8 Plausibilidad frente a la ciencia actual (lógica causal)

- **Compatibilidad operacional:** el CEA impone Lorentz local en  $M^{3,1}$ ; cualquier corrección queda como término efectivo suprimido, evaluable por límites metrológicos.
- **Estadística estándar:** decisión basada en  $5\sigma$  o Bayes Factor con penalización BIC; evita sobreajuste y p-hacking al estar preregistrada.
- **Reproducibilidad:** nulos, ciegos, y repositorio abierto con datos crudos y notebooks aseguran auditabilidad.
- **Falsabilidad dura:** cada canal tiene umbrales binarios y vías específicas de refutación; si falla un KPI clave, se publica el límite y se degrada la hipótesis.

## 9 Gestión de riesgos

**EMI/locking parásito:** gemelo nulo + off-resonance + BF con BIC. **Deriva térmica:** control  $\pm 0.01^\circ\text{C}$ , modelos con término térmico. **Sobreaajuste:** predicciones fuera de ajuste, validación cruzada. **Ambigüedades:** análisis de sensibilidad y jerarquía de degeneraciones.

## 10 Gobernanza y trazabilidad

Comité externo firma: inicio, cierre de ciegos, dictamen. Repositorio con DOI: datos crudos, scripts, versiones. Control de cambios semántico: MAJOR.MINOR.PATCH.

## Autocrítica y verificación

**Supuestos fuertes:** independencia aproximada de -metrics; ansatz conforme mínimo; linealidad local de  $\kappa_\Sigma$ .

**Puntos débiles:** degeneraciones EM/térmicas; riesgo de tuning en análisis Bayesiano si los priors son demasiado informativos.

**Salvaguardas:** nulos/ciegos obligatorios, penalización BIC, predicciones no usadas en ajuste, replicación externa.

**Razonamiento de validez:** el CEA fuerza una cadena cerrada ecuación  $\rightarrow$  observable  $\rightarrow$  métrica  $\rightarrow$  KPI  $\rightarrow$  que elimina grados de libertad superfluos. Verifiqué consistencia lógica porque cada salida posee umbral cuantitativo y ruta explícita de refutación; el CPI garantiza que el mismo estándar se aplique en todos los canales. Si un KPI clave falla, -LBCU dicta *No* y se publican límites con trazabilidad completa.