

Frente I — Derivación de Parámetros

Parámetros del Modelo Estándar desde axiomas TCDS

TCDS Program

15 de Octubre de 2025

Propósito

Reducir parámetros libres del Modelo Estándar (ME) mapeándolos a funcionales de Σ, χ, ϕ y del Conjunto Granular Absoluto (CGA), bajo una regla de decisión binaria.

1 Acción y Hamiltoniano mínimos

Acción efectiva:

$$S = \int d^4x \sqrt{-g} \left[\mathcal{L}_{\text{SM}}(g, \Psi, A) + \mathcal{L}_{\Sigma\chi} + \mathcal{L}_{\text{int}} \right], \quad (1)$$

con métrica conforme mínima $g_{\mu\nu}^{(\Sigma)} = e^{2\kappa\Sigma} \eta_{\mu\nu}$. **Sector TCDS:**

$$\mathcal{L}_{\Sigma\chi} = \frac{1}{2} \partial_\mu \Sigma \partial^\mu \Sigma - \frac{\lambda}{4} (\Sigma^2 - \mu^2)^2 + \frac{1}{2} \partial_\mu \chi \partial^\mu \chi - U(\chi, \Sigma). \quad (2)$$

Acoplos mínimos al ME:

$$\mathcal{L}_{\text{int}} = g_m \Sigma T^\mu_\mu + \sum_f y_f(\Sigma) \bar{\psi}_f H \psi_f - \frac{1}{4} \sum_i \zeta_i(\Sigma) F_{\mu\nu}^{(i)} F^{(i)\mu\nu}. \quad (3)$$

Momentos canónicos y Hamiltoniano (en gauge temporal, 3+1):

$$\Pi_\Sigma = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{\Sigma}} = \dot{\Sigma}, \quad \Pi_\chi = \dot{\chi}, \quad (4)$$

$$\mathcal{H}_{\Sigma\chi} = \frac{1}{2} \Pi_\Sigma^2 + \frac{1}{2} (\nabla \Sigma)^2 + \frac{\lambda}{4} (\Sigma^2 - \mu^2)^2 + \frac{1}{2} \Pi_\chi^2 + \frac{1}{2} (\nabla \chi)^2 + U(\chi, \Sigma). \quad (5)$$

La contribución de acoplos entra en $\mathcal{H}_{\text{int}} = -\mathcal{L}_{\text{int}}$. La masa del sincronón es $m_\sigma = 2\mu$.

2 Mapa funcional hacia parámetros del ME

Hipótesis de parsimonia:

$$y_f(\Sigma) = y_f^{(0)} e^{\alpha_f \kappa \Sigma}, \quad \zeta_i(\Sigma) = 1 + \beta_i \kappa \Sigma, \quad v_H(\Sigma) = v_0 e^{\gamma \kappa \Sigma}. \quad (6)$$

Entonces, para fermiones f :

$$m_f = \frac{y_f(\Sigma) v_H(\Sigma)}{\sqrt{2}} = \frac{y_f^{(0)} v_0}{\sqrt{2}} e^{(\alpha_f + \gamma) \kappa \Sigma} \equiv C_f e^{p_f \kappa \Sigma}. \quad (7)$$

Objetivo: derivar p_f, C_f desde (μ, λ, κ) y funcionales CGA de complejidad mínima.

3 Reglas de consistencia

RG a dos lazos y precisión electrodébil

Las corridas $g_i(Q)$ reciben correcciones efectivas $\delta g_i/g_i \simeq \beta_i \kappa \Sigma$.

$$|\delta \beta_i/\beta_i| < 1\% \quad \text{en } Q \in [10 \text{ GeV}, 1 \text{ TeV}]. \quad (8)$$

Compatibilidad con LEP/SLC/LHC: $p\text{-val} > 0.05$ tras corrección por multiplicidad.

Compatibilidad PPN y EDMs

La parte $g_m \Sigma T_\mu^\mu$ se restringe por PPN y EDMs. Se exige:

$$g_m < 10^{-3}, \quad \text{y} \quad \text{no aparición de términos T-violadores adicionales.} \quad (9)$$

4 Programa en 4 capas (C1–C4)

C1 Estructural: derivar dependencias cualitativas $m_f \propto e^{p_f \kappa \Sigma}$, $\alpha_i = \alpha_i(\kappa, \mu, \lambda)$.

C2 Escalamiento: fijar órdenes de magnitud de p_f desde principios de mínima complejidad del CGA y del potencial $V(\Sigma)$.

C3 Cuantificación: ajuste Bayesiano conjunto a datos de precisión:

$$\mathcal{L}(\mathbf{d}|\theta) = \prod_k \exp \left[-\frac{1}{2} \frac{(d_k - \mathcal{M}_k(\theta))^2}{\sigma_k^2} \right], \quad \theta = \{\kappa, \mu, \lambda, \alpha_f, \beta_i, \gamma\}. \quad (10)$$

C4 Predicción: relaciones no usadas en el ajuste: sum-rules de masas, leves desviaciones en $g_i(Q)$, límites a θ_{QCD} efectivos por Σ .

5 KPIs y regla de decisión

$$\text{KPI}_1 : \Delta\beta/\beta < 1\%, \quad \text{KPI}_2 : \text{BF} > 150 \text{ (TCDS vs. SM+nulo)}, \quad (11)$$

$$\text{KPI}_3 : \text{Postdict} \geq 3 \text{ parámetros del ME dentro de IC95\% sin tuning fino adicional.} \quad (12)$$

–LBCU (Sí/No): *Sí* si $\text{KPI}_{1,2,3}$ se cumplen; *No* si falla cualquiera.

6 Procedimiento reproducible

1. Prerregistro de θ y priors parcimoniosos: $\kappa \sim \mathcal{U}[0, 10^{-2}]$, $\mu \sim \mathcal{U}[0, 1 \text{ eV}]$, $\lambda \sim \mathcal{U}[0, 1]$.
2. Ajuste jerárquico en dos etapas: (i) sector gauge $\{\beta_i\}$, (ii) sector Yukawa $\{\alpha_f, \gamma\}$.
3. Penalización AIC/BIC; reporte de Bayes Factor (BF).
4. Validación cruzada con observables no usados (C4).

7 Resultados esperados y falsación

Caso A (positivo): existe κ pequeño y $\{\alpha_f, \beta_i, \gamma\}$ que reproducen ≥ 3 parámetros con IC95%, RG estable y $\text{BF} > 150$.

Caso B (negativo): ningún θ satisface simultáneamente $\text{KPI}_{1,2,3} \Rightarrow$ degradación del frente y publicación de límites para (κ, μ, λ) .

Autocrítica y verificación

Supuestos fuertes: ansatz conforme único $e^{2\kappa\Sigma}$, linealidad de $\zeta_i(\Sigma)$, exponencial mínima en $y_f(\Sigma)$.

Riesgos: sobreajuste en C3; degeneraciones (α_f, γ) ; tensiones EW si β_i no es $\mathcal{O}(10^{-3})$.

Salvaguardas: C4 con predicciones fuera de ajuste, penalización BIC, prueba de estabilidad RG y compatibilidad PPN/EDM.

Cómo se asegura la conclusión: se trazó la cadena $\mathcal{H} \rightarrow$ dependencias $m_f, g_i \rightarrow \text{RG} \rightarrow$ ajuste Bayesiano con BF y validación cruzada. Si cualquiera de RG, precisión EW o PPN falla, la regla –LBCU dicta *No* y se publican límites superiores.