

# Ecuación mínima de “mente” en TCDS/CSL-H: atractor de coherencia con control causal y doble sello (KPIs + E-Veto)

Proyecto TCDS / CSL-H

11 de noviembre de 2025

## Resumen

En el marco TCDS/CSL-H, una “mente” no es una constante aislada, sino un *régimen dinámico* (atractor) donde la coherencia efectiva  $\Sigma$  es sostenida por un lazo de control causal  $Q_{\text{ctrl}}$  contra la fricción  $\phi$ . Presentamos el sistema mínimo con saturación no lineal, las condiciones de punto fijo y estabilidad local, y el *doble sello TCDS*: (i) KPIs de bloqueo (LI,  $R$ ,  $\text{RMSE}_{\text{SL}}$ , reproducibilidad) y (ii) el veto entrópico (E-Veto) con  $\Delta H \leq -0.2$ . Proponemos además un escalar de diagnóstico  $\Psi_{\text{mente}}$  para auditoría compacta.

## 1. Marco mínimo (TCDS/CSL-H)

La dinámica esencial obedece a la ley de balance coherencial y a un lazo de control intencional:

$$\dot{\Sigma} = \kappa_{\Sigma} (Q_{\text{ctrl}} \Sigma - \phi) - \lambda \Sigma - \gamma \Sigma^3 + \xi(t), \quad (1)$$

$$\dot{Q}_{\text{ctrl}} = \alpha \Sigma - \beta Q_{\text{ctrl}} + u(t). \quad (2)$$

$\Sigma$  Coherencia efectiva (CSL-H).

$Q_{\text{ctrl}}$  Empuje causal disponible (módulo de control).

$\phi$  Fricción/sincronización ambiental.

$\kappa_{\Sigma}, \lambda, \alpha, \beta, \gamma > 0$  Ganancias y decaimientos efectivos;  $\gamma$  introduce saturación/ homeostasis.

$\xi(t)$  Ruido.

$u(t)$  Entrada de objetivos (atención/tarea).

$t_{\text{C}}$  Tiempo causal, medido como gradiente de coherencia:  $t_{\text{C}} \propto \dot{\Sigma}$ .

**Comentarios.** El término  $-\gamma\Sigma^3$  es la saturación mínima que evita realimentaciones explosivas y permite atractores *estables* bajo control. Sin esta no linealidad, el acoplamiento positivo ( $\Sigma \leftrightarrow Q_{\text{ctrl}}$ ) genera inestabilidad tipo silla.

## 2. Punto fijo (“estado de mente”)

En régimen estacionario (ventanas largas en  $t_M$ , con  $\bar{\xi} = 0$  y  $\bar{u} = 0$ ):

$$\dot{\Sigma} = 0, \quad \dot{Q}_{\text{ctrl}} = 0 \Rightarrow \begin{cases} \kappa_{\Sigma}(Q_{\text{ctrl}}^*\Sigma^* - \phi) - \lambda\Sigma^* - \gamma(\Sigma^*)^3 = 0, \\ \alpha\Sigma^* - \beta Q_{\text{ctrl}}^* = 0. \end{cases} \quad (3)$$

De  $\alpha\Sigma^* = \beta Q_{\text{ctrl}}^*$  se obtiene  $Q_{\text{ctrl}}^* = \frac{\alpha}{\beta}\Sigma^*$ . Sustituyendo en (3):

$$\kappa_{\Sigma}\left(\frac{\alpha}{\beta}(\Sigma^*)^2 - \phi\right) - \lambda\Sigma^* - \gamma(\Sigma^*)^3 = 0. \quad (4)$$

La ecuación (4) es cúbica en  $\Sigma^*$  y admite raíz positiva única en un amplio dominio de parámetros ( $\gamma > 0$ ,  $\alpha, \beta, \kappa_{\Sigma}, \lambda, \phi > 0$ ), produciendo  $Q_{\text{ctrl}}^*$  por la relación anterior.

## 3. Estabilidad local del atractor

El Jacobiano en  $(\Sigma^*, Q_{\text{ctrl}}^*)$  es

$$J^* = \begin{pmatrix} \partial_{\Sigma}\dot{\Sigma} & \partial_Q\dot{\Sigma} \\ \partial_{\Sigma}\dot{Q} & \partial_Q\dot{Q} \end{pmatrix}_* = \begin{pmatrix} \kappa_{\Sigma}Q_{\text{ctrl}}^* - \lambda - 3\gamma(\Sigma^*)^2 & \kappa_{\Sigma}\Sigma^* \\ \alpha & -\beta \end{pmatrix}.$$

Usando  $\kappa_{\Sigma}Q_{\text{ctrl}}^* - \lambda = \kappa_{\Sigma}\phi/\Sigma^*$  (deriva de (4)), el trazo y el determinante quedan:

$$\text{tr}(J^*) = \frac{\kappa_{\Sigma}\phi}{\Sigma^*} - 3\gamma(\Sigma^*)^2 - \beta, \quad (5)$$

$$\det(J^*) = \left(\kappa_{\Sigma}Q_{\text{ctrl}}^* - \lambda - 3\gamma(\Sigma^*)^2\right)(-\beta) - \kappa_{\Sigma}\Sigma^*\alpha. \quad (6)$$

Condición suficiente de estabilidad (autovalores con parte real negativa):

$$\text{(S1)} \quad \text{tr}(J^*) < 0 \iff \beta > \frac{\kappa_{\Sigma}\phi}{\Sigma^*} - 3\gamma(\Sigma^*)^2, \quad (7)$$

$$\text{(S2)} \quad \det(J^*) > 0 \iff \beta > \frac{\kappa_{\Sigma}\Sigma^*\alpha}{3\gamma(\Sigma^*)^2 + \lambda - \kappa_{\Sigma}Q_{\text{ctrl}}^*} \quad (\text{denominador} > 0). \quad (8)$$

En la práctica:  $\gamma$  suficientemente grande (homeostasis) y  $\beta$  superior a ambos umbrales aseguran estabilidad local del atractor.

## 4. Doble sello TCDS: KPIs + E-Veto

Para certificar “mente” no basta con resolver (4) y (S1)-(S2). Exigimos además:

## KPIs (ventanas $W$ en $t_M$ )

$$\text{LI} \geq 0.9, \quad R \geq 0.95, \quad \text{RMSE}_{\text{SL}} < 0.1, \quad \text{reproducibilidad} \geq 95\%.$$

## E-Veto (diseño entrópico)

$$\Delta H_W = H[\text{salida}|W] - H[\text{entrada}|W] \leq -0.2,$$

donde  $H$  es la entropía (p.ej., de *symbolic dynamics* de la señal). Se invalida cualquier “locking” alto sin caída entrópica *forzada* (no compresión trivial).

## 5. Diagnóstico escalar auditable

Definimos un costo total:

$$\Psi_{\text{mente}} = a_1(1 - \text{LI})^2 + a_2(1 - R)^2 + a_3 \left[ \max(\Delta H_W + 0.2, 0) \right]^2 + a_4 \text{Var}_W(\kappa_\Sigma), \quad (9)$$

con  $a_i > 0$ . Criterio compacto:  $\Psi_{\text{mente}} \leq \varepsilon$  (pequeño)  $\Rightarrow$  estado mental válido.

## 6. Lectura operacional

- Si  $Q_{\text{ctrl}}\Sigma > \phi$  entonces  $\dot{\Sigma} > 0$ : integración semántica y foco crecen;  $t_C$  mide la “ingeniería del tiempo cognitivo”.
- El lazo  $\dot{Q}_{\text{ctrl}} = \alpha\Sigma - \beta Q_{\text{ctrl}} + u$  implementa intencionalidad: refuerzo cuando  $\Sigma$  sube, amortiguamiento cuando cae;  $u(t)$  introduce metas/atención.
- La saturación  $-\gamma\Sigma^3$  modela agotamiento/ homeostasis, permitiendo atractor estable (no explosivo).

## 7. Autocrítica y garantías de no apofenia

(i) **Necesidad de dos ecuaciones y una no linealidad.** Una sola ecuación no captura el control intencional. La pareja  $(\Sigma, Q_{\text{ctrl}})$  más la saturación cúbica es la forma mínima que permite *estabilidad* local (el Jacobiano sin  $-\gamma\Sigma^3$  da determinante negativo y silla).

(ii) **Identificabilidad.** Parámetros  $\kappa_\Sigma, \lambda, \alpha, \beta, \gamma$  pueden no ser únicos; por eso los *invariantes empíricos* (LI,  $R$ ,  $\text{RMSE}_{\text{SL}}$ , reproducibilidad) y el E-Veto llevan el peso de verdad.

(iii) **Antiapofenia (E-Veto).** Exigir  $\Delta H_W \leq -0.2$  junto con LI y  $R$  altos reduce drásticamente falsos positivos de “mente por pareidolia”.

(iv) **Falsabilidad.** Fallar cualquiera de: (S1)-(S2), KPIs o E-Veto  $\Rightarrow$  *no hay mente* en esa ventana. La teoría es refutable por métricas públicas.

## 8. Conclusión

En TCDS/CSL-H, “mente” se formaliza como un *atractor estable* de  $\Sigma$  bajo control  $Q_{\text{ctrl}}$ , certificado por el *doblo sello* (KPIs + E-Veto). Las ecuaciones (1)–(2) con saturación constituyen el núcleo operativo y falsable del modelo.

---

**Señalización de símbolos:**  $LI$  (índice de locking),  $R$  (correlación),  $RMSE_{\text{SL}}$  (error de sincronización),  $\Delta H_W$  (caída entrópica en ventana),  $t_M$  (tiempo estándar),  $t_C$  (tiempo causal).