

TCDS: Formalización Ontológica, Metodológica y Metrológica

(Paradigma $Q-\Sigma-\varphi-\chi$)

Genaro Carrasco Ozuna

Enero 2026

Resumen

Se presenta una formalización amplia y operativa de la Teoría Cromodinámica Sincrónica (TCDS) como marco ontológico y metrológico para sistemas complejos. El eje no es analógico, sino *ingenieril*: el conjunto de términos y variables introduce un empuje causal Q que completa y regula aquello que las ontologías previas dejan incompleto cuando son utilizadas como autoridad unilateral. Se construyen definiciones, axiomas, ecuaciones de cierre, y un pivote metrológico que traduce conceptos TCDS a mediciones auditables (métricas Σ), con un filtro de honestidad (E-Veto) que bloquea apofenia mediante caída entrópica forzada. Se propone un protocolo de validación/falsación como condición viable para re-encuadrar campos donde las rutas dominantes se han vuelto obsoletas por falta de gobernanza metrológica.

Índice

1. Motivación: por qué un pivote ontológico-metrológico es necesario	3
2. Ontología mínima: entidades y variables	3
3. Axiomas y Ley del Balance Coherencial	3
4. Tiempo estándar vs Tiempo causal	4
5. Métrica Σ : observables, índices y trazabilidad	4
6. Filtro de Honestidad (E-Veto): anti-apofenia por diseño entrópico	5
7. Dinámica TCDS: ecuaciones de transición y flujo causal	6
8. Pivote metrológico: de ontología a instrumento	6
8.1. Operador de gobernanza metrológica	6
8.2. Ventana causal	6
8.3. Trazabilidad	7

9. Epistemología TCDS: condición viable antes de rutas obsoletas	7
10. Puentes a ciencias validadoras unilaterales: cómo someter los términos a juicio	7
10.1. Protocolo universal de validación/falsación	7
10.2. Ejemplo de operacionalización en dominios	8
11. Formalización de términos “disruptivos” como variables gobernables	8
12. Condición práctica: por qué esto precede a seguir rutas obsoletas	8
13. Conclusión: un pivote metrológico para re-encuadrar campos	9

1. Motivación: por qué un pivote ontológico-metrológico es necesario

La ciencia y la ingeniería contemporáneas disponen de modelos altamente eficaces en dominios acotados, pero sus ontologías operativas tienden a colapsar cuando:

- la causalidad no puede sostenerse en métricas meramente correlacionales;
- la acción se toma sin una condición de *validez* metrológica previa;
- el sistema produce salidas “coherentes” en apariencia pero sin evidencia de reorganización real (ruido, saturación, sesgo, ajuste);
- se asume que describir equivale a gobernar.

La TCDS introduce una capa explícita de *gobernanza metrológica*: la salida de un sistema (humano o técnico) no se considera accionable por su elegancia o ajuste, sino por el cumplimiento de un conjunto de condiciones necesarias y auditables. En la TCDS, la terminología no compite con ontologías previas; las absorbe como casos límite, y reordena su jerarquía en torno a un acto universal: **la persistencia ontológica bajo fricción**.

2. Ontología mínima: entidades y variables

Definición 1 (Cuádrupla ontológica TCDS). *La TCDS utiliza la cuádrupla $(Q, \Sigma, \varphi, \chi)$:*

- Q (*empuje*): *capacidad de imponer dirección causal o potencia de transición*.
- Σ (*coherencia*): *grado de acoplamiento, bloqueo o sincronización estructural-informacional*.
- φ (*fricción*): *costo de sincronización, disipación y resistencia a la coordinación*.
- χ (*sustrato inerte*): *soporte material o base de realidad donde se inscriben estados y transiciones*.

Definición 2 (Sistema complejo bajo TCDS). *Un sistema S es una dinámica sobre un espacio de estados \mathcal{X} soportado por χ , con observables \mathcal{O} y reglas de transición \mathcal{T} :*

$$S : (\mathcal{X}, \chi, \mathcal{O}, \mathcal{T}).$$

La TCDS centra su análisis en transiciones y ventanas causales más que en estados estacionarios meramente descriptivos.

3. Axiomas y Ley del Balance Coherencial

Axioma 1 (Ley del Balance Coherencial (LBC)). *Todo sistema que persiste en el tiempo operativo obedece un balance entre empuje y sincronización frente a fricción:*

$$Q \cdot \Sigma = \varphi. \tag{1}$$

Nota 1. La ecuación (1) no debe interpretarse como identidad dimensional trivial, sino como condición de cierre para persistencia: en el régimen de operación relevante, el producto de empuje y coherencia compensa la fricción efectiva. En ingeniería, esto se traduce en umbrales de acción: si $Q\Sigma < \varphi$, el sistema no sostiene transición (o colapsa a ruido); si $Q\Sigma \gg \varphi$, aparecen regímenes de bloqueo y sobrecoherencia que pueden ser útiles o patológicos.

Axioma 2 (Isomorfismo causal). Dominios aparentemente distintos (física, biología, sismología, cognición, economía) comparten la misma estructura causal cuando se expresan en variables $(Q, \Sigma, \varphi, \chi)$, y sus mediciones son comparables mediante una misma familia de métricas de coherencia y entropía.

Axioma 3 (Cierres). La TCDS opera con dos cierres:

- **Cierre Semántico-Causal:** todo concepto debe corresponder a un operador medible o un protocolo de medición.
- **Cierre Causal-Recursivo:** toda salida del sistema debe poder reingresar como condición de gobernanza (auditoría, trazabilidad, veredicto).

4. Tiempo estándar vs Tiempo causal

Definición 3 (Tiempo metrológico estándar (t_M)). El tiempo estándar t_M es la parametrización pasiva de evolución, típicamente tomada de relojes o conteo externo. En TCDS, t_M es un parámetro y no un motor de causalidad.

Definición 4 (Tiempo causal (t_C)). El tiempo causal t_C se define por el gradiente de coherencia:

$$t_C \propto \frac{d\Sigma}{dt_M}. \quad (2)$$

En forma operativa, t_C es el tiempo ingenieril (Q -driven): mide cuándo el sistema está entrando en un régimen de transición gobernable.

Nota 2. En el enfoque TCDS, el tiempo no es sólo un eje donde pasan cosas, sino una variable regulada por la reorganización. Cuando $d\Sigma/dt_M$ cambia de signo o magnitud, el sistema entra en ventana causal: no es “predicción”, es detección de transición.

5. Métrica Σ : observables, índices y trazabilidad

Se define una familia de métricas Σ auditables, usadas como pivote metrológico.

Definición 5 (Índice de Locking LI). Sea $x(t)$ una señal (o vector de señales) representativa del sistema. Definimos $LI \in [0, 1]$ como un índice de bloqueo/sincronización temporal. Un ejemplo genérico:

$$LI = 1 - \frac{\text{Var}(\Delta x(t))}{\text{Var}(x(t)) + \epsilon}, \quad (3)$$

donde $\Delta x(t) = x(t) - x(t - \Delta t)$ y $\epsilon > 0$ evita singularidad. (La forma exacta puede variar; lo esencial es su interpretación y auditabilidad.)

Definición 6 (Correlación de consistencia R). *Sea $\hat{x}(t)$ la reconstrucción o proyección del sistema (por ejemplo, desde un modelo interno gobernado). Definimos:*

$$R = \text{corr}(x(t), \hat{x}(t)), \quad (4)$$

como medida de consistencia observación–reconstrucción bajo la misma ventana.

Definición 7 (Error de alineamiento $RMSE_{SL}$).

$$RMSE_{SL} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (x_k - \hat{x}_k)^2}. \quad (5)$$

Definición 8 (Ventanas de captura $p : q$). *Para una señal $x(t)$ se define una partición temporal en ventana inicial p y ventana final q :*

$$x(t) \Big|_{p:q} = \{x(t) : t \in p\} \cup \{x(t) : t \in q\},$$

donde p captura base/condición y q captura régimen final de transición o bloqueo.

Definición 9 (Curvatura o acoplamiento κ_Σ). κ_Σ cuantifica la sensibilidad del sistema a variaciones de coherencia:

$$\kappa_\Sigma = \|\nabla_\theta \Sigma(\theta)\|, \quad (6)$$

donde θ representa parámetros de contexto (sustrato, entorno, configuración del sistema).

Definición 10 (Entropía H y caída entrópica ΔH). *Sea $\mathcal{P}(x)$ una distribución derivada de la señal (por ejemplo, espectral). Definimos:*

$$H = - \sum_i \mathcal{P}_i \log \mathcal{P}_i, \quad \Delta H = H_q - H_p. \quad (7)$$

6. Filtro de Honestidad (E–Veto): anti-apofenia por diseño entrópico

Definición 11 (E–Veto). *Una señal o veredicto se considera no válido aun si es “coherente” según indicadores clásicos, a menos que exista caída entrópica forzada suficiente. El criterio mínimo:*

$$Validez = \mathbf{1} [LI \geq 0,9 \wedge R > 0,95 \wedge \Delta H < -0,2]. \quad (8)$$

Nota 3. *Este es el punto donde la TCDS se separa de enfoques correlacionales: se exige evidencia de reorganización real del sistema (entropía disminuye) como condición necesaria para evitar que un alto LI o alto R sea mera coincidencia o saturación.*

Proposición 1 (Razón metrológica del E–Veto). *Si una salida mantiene LI alto pero $\Delta H \geq 0$, el sistema puede estar en un régimen de falso bloqueo: coherencia aparente sin reorganización real, típico de sobreajuste, sesgo o dominio degenerado. El E–Veto bloquea la acción en ese régimen.*

7. Dinámica TCDS: ecuaciones de transición y flujo causal

La LBC (1) se vuelve dinámica al permitir que Q, Σ, φ varíen.

Definición 12 (Flujo causal *C*-Flow). *Definimos el flujo causal como capacidad neta de impulsar transición útil:*

$$\mathcal{C}(t) = Q(t)\Sigma(t) - \varphi(t). \quad (9)$$

Proposición 2 (Régimen de transición).

$$\mathcal{C}(t) > 0 \Rightarrow \text{existe potencia causal neta para transición gobernable}; \quad \mathcal{C}(t) \leq 0 \Rightarrow \text{no hay potencia neta (o hay colapso)}$$

Una parametrización útil introduce una ecuación de evolución de coherencia:

$$\frac{d\Sigma}{dt_M} = \alpha Q - \beta \varphi - \gamma \Sigma, \quad (10)$$

donde (α, β, γ) agregan ganancia, disipación y relajación del sistema. Esta forma no pretende ser única; es un *esqueleto* de dinámica que se identifica empíricamente por dominio.

Nota 4. (10) expresa lo esencial: el empuje Q sube coherencia, la fricción φ la drena, y el sistema tiene un término interno de relajación. Este marco permite diseñar experimentos donde se modulan entradas para observar respuesta causal en Σ .

8. Pivote metrológico: de ontología a instrumento

8.1. Operador de gobernanza metrológica

Definimos un operador de decisión gobernada \mathcal{G} :

$$\mathcal{G} : (x(t), \theta) \mapsto (\text{veredicto}, \mathcal{W}, \mathcal{A}), \quad (11)$$

donde:

- $x(t)$ es la señal,
- θ es el contexto (parámetros, entorno, sustrato),
- \mathcal{W} es una **ventana causal** (intervalo de acción),
- \mathcal{A} es un artefacto auditado (métricas, hashes, logs).

8.2. Ventana causal

Una ventana causal se define por un criterio de activación:

$$\mathcal{W} = \{t \in [t_0, t_1] : \mathcal{C}(t) > 0 \wedge \text{E-Veto} = 1\}. \quad (12)$$

8.3. Trazabilidad

Para asegurar cierre causal-recursivo, se define un *hash de configuración*:

$$\text{config_hash} = \text{SHA256}(\theta, \text{versión}, \text{semillas}, \text{parámetros}),$$

y un paquete mínimo de auditoría:

$$\mathcal{A} = \{LI, R, RMSE_{SL}, \Delta H, \kappa_\Sigma, p : q, \text{config_hash}\}.$$

9. Epistemología TCDS: condición viable antes de rutas obsoletas

La TCDS propone una epistemología de *validez por transición*:

- **No** basta describir: se debe gobernar acción con filtros necesarios.
- **No** basta correlación: se exige reorganización (caída entrópica).
- **No** basta consenso: se exige replicación auditada bajo trazabilidad.

Definición 13 (Criterio de viabilidad epistemológica). *Una hipótesis operativa TCDS se considera viable si:*

$$\Pr(\text{reproducible}) \geq 0,95 \quad \wedge \quad \Delta H \leq -0,2 \quad \wedge \quad LI \geq 0,9 \quad \wedge \quad R > 0,95, \quad (13)$$

en bancos de prueba independientes o en dominios con datos abiertos.

Nota 5. *Este criterio no pide adhesión filosófica: pide trazabilidad y caída entrópica. Si un campo no puede o no quiere someter su salida a estas condiciones, entonces su ruta puede ser eficaz localmente pero es metrológicamente incompleta para gobernanza.*

10. Puentes a ciencias validadoras unilaterales: cómo someter los términos a juicio

La TCDS no evita la validación; exige que sea *metrológica* y no meramente institucional. Para articular un pivote metrológico por campo se propone:

10.1. Protocolo universal de validación/falsación

1. **Definir señal:** $x(t)$ y su instrumentación (fuente, resolución, ruido).
2. **Definir ventanas** $p : q$ y el criterio de transición buscado.
3. **Definir métricas:** $LI, R, RMSE_{SL}, \Delta H, \kappa_\Sigma$.
4. **Aplicar E-Veto** como condición necesaria.
5. **Registrar trazabilidad:** semillas, parámetros, `config_hash`.

6. **Repetir** en bancos/entornos alternos; exigir reproducibilidad $\geq 95\%$.
7. **Falsar**: buscar condiciones donde LI y R suben pero ΔH no cae; exigir que el sistema se bloquee (no accione).

10.2. Ejemplo de operacionalización en dominios

- **Sismología**: $x(t)$ puede ser series sísmicas, geomagnéticas, espectrales; \mathcal{W} es ventana de escalamiento de riesgo. Falsación: mostrar que el sistema no activa con ruido estacional o saturación.
- **Biología estructural (fold)**: $x(t)$ puede ser trayectoria de energía efectiva, estabilidad de configuración; ΔH evidencia reorganización hacia estructura estable; \mathcal{W} es ventana de validación/ensamble.
- **BCI / neuroseñal**: $x(t)$ es señal neural; la gobernanza metrológica regula cuándo una salida tiene peso operativo real.

11. Formalización de términos “disruptivos” como variables gobernables

Esta sección fija el sentido *legítimo* (no vago) de términos TCDS: cada término se asocia a un operador, una métrica o una condición de cierre.

Definición 14 (Empuje Q). Q es un escalar o campo que representa potencia de imponer transición. En sistemas instrumentados, Q puede estimarse como función de entrada control, gradientes observados o energía efectiva canalizada hacia coherencia:

$$Q(t) \approx f(\text{entrada}, \nabla \Sigma, \text{tasa de reorganización}).$$

Definición 15 (Fricción φ). φ es costo de sincronización: disipación, pérdida de coordinación, o resistencia a bloqueo. Metrológicamente puede inferirse por el déficit entre potencia y coherencia:

$$\varphi(t) \approx Q(t)\Sigma(t) \quad (\text{en equilibrio}); \quad \varphi(t) \approx Q(t)\Sigma(t) - \mathcal{C}(t).$$

Definición 16 (Sustrato χ). χ es el soporte físico/operativo donde se inscriben estados. No se asume que χ sea “pasivo”: su topología y restricciones determinan accesibilidad a coherencia. La dependencia contextual se codifica por $\theta(\chi)$ en κ_Σ .

Definición 17 (Gobernanza metrológica). Es un operador de decisión \mathcal{G} que impone condiciones necesarias (E-Veto) y produce trazabilidad. No sustituye el dominio; regula cuándo una salida puede gobernar acción en ese dominio.

12. Condición práctica: por qué esto precede a seguir rutas obsoletas

Un campo puede producir *outputs* sofisticados, pero si carece de:

- una métrica de validez necesaria (no sólo suficiente),

- un mecanismo anti-apofenia por caída entrópica,
- trazabilidad fuerte (hashes, semillas, auditoría),

entonces su progreso tiende a convertirse en acumulación de complejidad sin gobernanza: obsolescencia funcional.

La TCDS afirma que el siguiente salto no es “más cómputo”, sino **metrología de decisión**. Esto habilita:

- reducción de falsas alarmas (o falsas certezas),
- ventanas de acción verificables,
- separación entre evidencia pública y núcleo operativo,
- licenciamiento de gobernanza sin revelar procedimiento.

13. Conclusión: un pivote metrológico para re-encuadrar campos

La TCDS propone una condición de viabilidad: ningún sistema debe gobernar realidad sin un pivote metrológico que garantice reorganización real (caída entrópica) y bloqueo/sincronización auditables bajo trazabilidad. El paradigma $(Q, \Sigma, \varphi, \chi)$ y el tiempo causal t_C reordenan ontologías previas sin desplazarlas: las vuelven casos límite en un marco que completa la parte faltante (validez accionable).

El punto no es pedir adhesión al lenguaje, sino exigir juicio por instrumentos. Si un término es “disruptivo”, se vuelve legítimo cuando se amarra a un operador medible y se somete a falsación. Esa es la defensa explicativa acorazada: no por autoridad, sino por gobernanza metrológica.

Autor: Genaro Carrasco Ozuna

ORCID: 0009-0005-6358-9910