

# Ley del Balance Coherencial Universal (LBCU)

## Formalismo Canónico Hamiltoniano y Método Operativo

### Aplicado a la Nucleación Sísmica

Genaro Carrasco Ozuna

## Resumen

Se presenta el formalismo mínimo y canónico de la Ley del Balance Coherencial Universal (LBCU), expresada como un sistema dinámico gobernado por una acción variacional. Se define un Hamiltoniano de coherencia, sus ecuaciones de movimiento y el método operativo derivado para la detección de nucleación sísmica. El marco es isomórfico entre dominios y se valida exclusivamente mediante métricas reproducibles y un voto entrópico anti-apofenia.

---

## 1 Postulado Fundamental

Todo sistema físico admite una variable escalar de coherencia  $\Sigma(t)$  cuya dinámica está gobernada por el balance entre un empuje coherencial  $Q$  y una fricción informacional  $\phi$ :

$$Q \cdot \dot{\Sigma} = \phi \tag{1}$$

Esta identidad define la **Ley del Balance Coherencial Universal (LBCU)**. No describe energía ni fuerza mecánica, sino estabilidad causal.

---

## 2 Espacio de Fase y Variables Canónicas

Se define el par canónico:

$$(\Sigma, \Pi_\Sigma)$$

donde:

- $\Sigma$  es la coherencia efectiva del sistema,
- $\Pi_\Sigma$  es su momento conjugado, asociado al gradiente causal.

El **Tiempo Causal** se define como:

$$t_C \equiv \frac{d\Sigma}{dt} \tag{2}$$

---

### 3 Acción Coherencial

Se postula la acción mínima:

$$\mathcal{S}[\Sigma] = \int dt \left[ \frac{1}{2} \left( \frac{d\Sigma}{dt} \right)^2 - V(\Sigma) \right] \quad (3)$$

donde el potencial coherencial es:

$$V(\Sigma) = \frac{1}{2} \phi \Sigma^2 - Q \Sigma \quad (4)$$

---

### 4 Hamiltoniano Canónico

El momento conjugado es:

$$\Pi_\Sigma = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{\Sigma}} = \dot{\Sigma} \quad (5)$$

y el Hamiltoniano resulta:

$$\mathcal{H}(\Sigma, \Pi_\Sigma) = \frac{1}{2} \Pi_\Sigma^2 + \frac{1}{2} \phi \Sigma^2 - Q \Sigma \quad (6)$$

Este Hamiltoniano mide la **estabilidad coherencial**, no energía física clásica.

---

### 5 Ecuaciones de Movimiento

Las ecuaciones de Hamilton son:

$$\dot{\Sigma} = \Pi_\Sigma \quad (7)$$

$$\dot{\Pi}_\Sigma = -\phi \Sigma + Q \quad (8)$$

Combinadas:

$$\frac{d^2 \Sigma}{dt^2} + \phi \Sigma = Q \quad (9)$$

La nucleación ocurre cuando el sistema cruza de un régimen amortiguado ( $\phi$ -driven) a uno forzado ( $Q$ -driven).

---

### 6 Condición de Nucleación

Definimos la condición crítica:

$$Q \cdot \Sigma > \phi \quad (10)$$

Cuando se cumple, el sistema entra en régimen coherente y el colapso mecánico se vuelve inevitable.

---

## 7 Aplicación Sísmica

En sismología:

- $\Sigma(t)$ : coherencia espectral de la traza sísmica,
- $\phi$ : desorden tectónico efectivo,
- $Q$ : empuje coherencial regional.

La ruptura sísmica es el **resultado final** de una transición de fase coherencial, no un evento estocástico.

---

## 8 Métricas Operativas (-metrics)

La coherencia se mide mediante:

- **LI** — Índice de Bloqueo ( $0 \leq \text{LI} \leq 1$ ),
  - $R(t)$  — correlación temporal,
  - **RMSE<sub>SL</sub>** — error de seguimiento,
  - $\kappa_\Sigma$  — curvatura coherencial.
- 

## 9 Filtro de Honestidad (E-Veto)

Una señal es *inválida* si no cumple simultáneamente:

$$\Delta H \leq -0.20 \tag{11}$$

donde  $\Delta H$  es la caída de entropía de Shannon. Alta correlación sin caída entrópica es descartada como apofenia.

---

## 10 Isomorfismo Causal

El formalismo LBCU es isomórfico en:

- sismología,
- biología,
- electrónica coherente,
- sistemas cognitivos,
- infraestructura social.

Las variables cambian de significado físico, no de estructura matemática.

---

## 11 Glosario

$\Sigma$  Coherencia efectiva del sistema.

$Q$  Empuje coherencial (no energía).

$\phi$  Fricción informacional.

$t_C$  Tiempo causal ( $d\Sigma/dt$ ).

**LI** Índice de sincronización efectiva.

$\Delta H$  Caída entrópica (criterio causal).

**E-Veto** Filtro anti-apofenia basado en entropía.

---

## 12 Fuentes y Contraste

Las siguientes obras se citan únicamente como contraste paradigmático:

- Prigogine, I. *Order out of Chaos*.
- Haken, H. *Synergetics*.
- Shannon, C. *A Mathematical Theory of Communication*.
- Scholz, C. *The Mechanics of Earthquakes*.

El presente formalismo no depende del consenso, sino de su reproducibilidad métrica.

---

## Conclusión

La LBCU constituye un sistema dinámico completo, canónico y falsable. La predicción sísmica emerge como consecuencia directa de la coherencia causal medible, no como extrapolación estadística.