Derivación de la Ecuación de Costo Ontológico en TCDS

1. Premisa: Estabilidad Dinámica y el Agente Q

En el marco de la Teoría Cromodinámica Sincrónica (TCDS), la existencia de una partícula material (e.g., neutrón, protón) se define como un estado local de coherencia estable $\Sigma(x,t)$ que ha superado la fricción del sustrato χ.

Partimos de la **Ecuación Maestra de la Dinámica Mesoscópica** para el campo de coherencia, donde la variación temporal debe ser nula para un objeto persistente ($\partial_t \Sigma \approx 0$):

$$\partial_t \Sigma = \alpha \nabla^2 \Sigma - \beta \phi + Q \tag{1}$$

Para un estado estacionario (existencia mantenida), imponemos la condición de estabilidad $\partial_t \Sigma = 0$:

$$0 = \alpha \nabla^2 \Sigma - \beta \phi + Q \tag{2}$$

Aquí, los términos se identifican ontológicamente como:

- $\alpha \nabla^2 \Sigma$: Tensión de difusión (fuerza ordenadora de la geometría).
- $\beta \phi$: Fricción disipativa del sustrato (resistencia inercial).
- Q: Empuje Cuántico (agente activo de forzamiento).

2. Aislamiento del Costo de Existencia

Despejamos $Q(x)$, interpretándolo como la "capacidad" o densidad de potencia necesaria en cada punto del espacio para sostener la estructura contra el decaimiento natural:

$$Q(x) = \beta \phi(x) - \alpha \nabla^2 \Sigma(x) \tag{3}$$

Esta ecuación establece que el empuje local debe compensar exactamente la fricción local y la tensión de curvatura del campo.

3. Integración Volumétrica: La Capacidad Total ($\mathcal{Q}$)

Para obtener el valor macroscópico que ocupa el sistema (la "carga" total sobre el agente Q), integramos la densidad sobre el volumen V definido por el Conjunto Granular Absoluto (CGA) de la partícula:

$$\mathcal{Q}_{req} = \int_V Q(x)\, dV = \int_V \big(\beta \phi(x) - \alpha \nabla^2 \Sigma(x)\big)\, dV \tag{4}$$

Separando la integral debido a la linealidad:

$$\mathcal{Q}_{req} = \beta \int_V \phi(x)\, dV - \alpha \int_V \nabla \cdot (\nabla \Sigma)\, dV \tag{5}$$

4. Definición de Masa y Tensión Superficial

Utilizamos las definiciones constitutivas del *Corte I* y el Teorema de la Divergencia de Gauss:

1. **Masa Inercial (m_n):** En TCDS, la masa es proporcional a la integral de la densidad de fricción ϕ.

$$m_n \equiv k_\phi \int_V \phi(x)\, dV \implies \int_V \phi(x)\, dV = \frac{m_n}{k_\phi} \tag{6}$$

2. **Tensión de Superficie (σ_{sup}):** Aplicando el teorema de la divergencia al término laplaciano, transformamos la integral de volumen en una integral sobre la superficie cerrada S que delimita la partícula:

$$\int_V \nabla^2 \Sigma\, dV = \oint_S \nabla \Sigma \cdot \mathbf{n}\, dS \tag{7}$$

Este término representa el flujo de coherencia a través de la frontera del objeto, que definimos como el costo topológico o tensión superficial σ_{sup}.

5. La Ecuación Maestra Masa-Empuje

Sustituyendo los términos anteriores en la ecuación integral, obtenemos la relación fundamental de la eficiencia existencial:

$$\boxed{\mathcal{Q}_{req} = \Gamma \cdot m_n + \sigma_{sup}} \tag{8}$$

Donde definimos el **Coeficiente de Fricción Ontológica** Γ como:

$$\Gamma = \frac{\beta}{k_\phi} \tag{9}$$

6. Interpretación Física y Límite de Ruptura

Esta ecuación describe formalmente que la "capacidad" $\mathcal{Q}_{req}$ no es una propiedad pasiva, sino un flujo activo requerido para mantener la manifestación material.

- Si $\mathcal{Q}_{suministro} < \mathcal{Q}_{req}$, la igualdad se rompe:

$$\partial_t \Sigma < 0 \implies \text{Colapso de la función de onda (Muerte Térmica)} \tag{10}$$

- El **Umbral de Ruptura** ocurre cuando el costo de mantener la masa supera la capacidad del empuje disponible, o cuando una interferencia externa anula σ_{sup}, desestabilizando el confinamiento.