

Estudio Científico y Dossier Técnico

Microfísica del Término de Fricción (η) – TMRCU

Autor: Genaro Carrasco Ozuna

Este dossier presenta el desarrollo formal y técnico del término de fricción (η) en la TMRCU. Se muestra cómo surge de la integración de los grados de libertad del Conjunto Granular Absoluto (CGA) y cómo se conecta con una relación de Fluctuación–Disipación (F–D).

1. Derivación Matemática

Partiendo del lagrangiano efectivo con campos Σ y χ acoplados al CGA, la integración de los modos internos del CGA introduce un término disipativo en la ecuación de movimiento: $\rho_{\text{eff}} \Sigma'' - \kappa \nabla^2 \Sigma + \partial \Sigma V(\Sigma) + \eta \Sigma' = J_{\text{int}}$ El coeficiente η se interpreta como la medida efectiva de la disipación inducida por la granularidad.

2. Relación Fluctuación–Disipación

El término η no es arbitrario: obedece una relación de Fluctuación–Disipación. $\langle \xi(t) \xi(t') \rangle = 2 \eta k_B T_{\text{eff}} \delta(t-t')$ Esto significa que el mismo ruido granular que genera fluctuaciones es responsable de la disipación macroscópica.

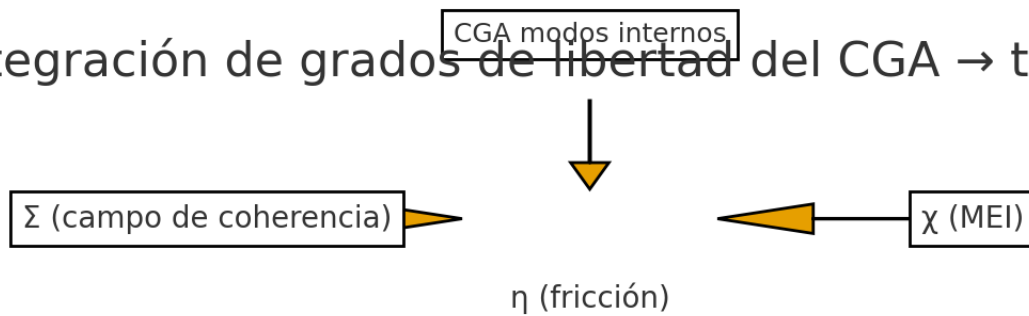
3. Interpretación Física

La fricción cuántica (η) explica tres fenómenos: • Masa efectiva: $m_{\text{eff}} \propto \eta |\Sigma|$ • Inercia: resistencia dinámica a cambios en la coherencia Σ • Entropía: la irreversibilidad temporal como consecuencia de la disipación granular

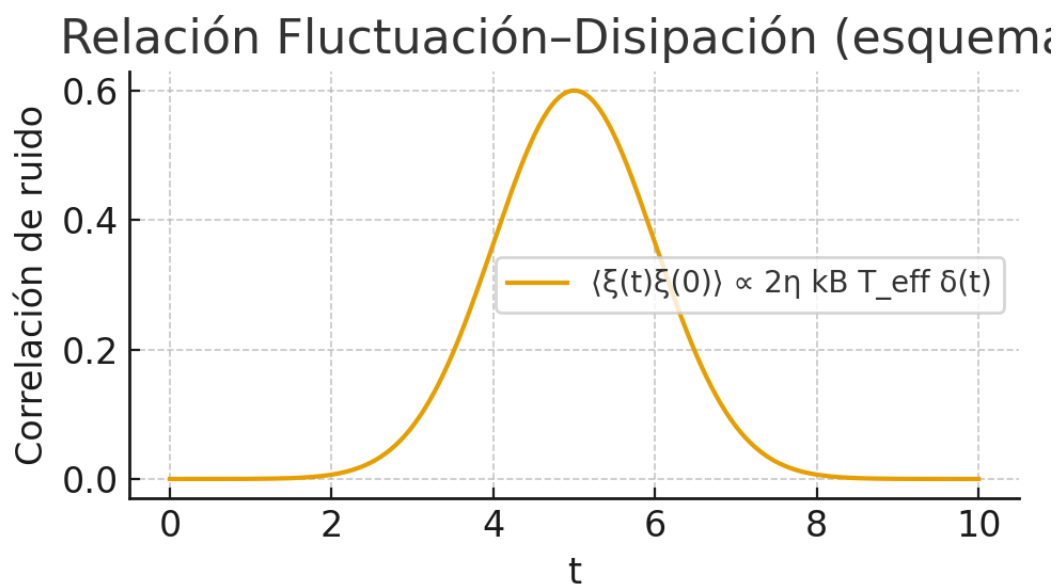
4. Figuras de Apoyo

Integración de grados de libertad \rightarrow término η

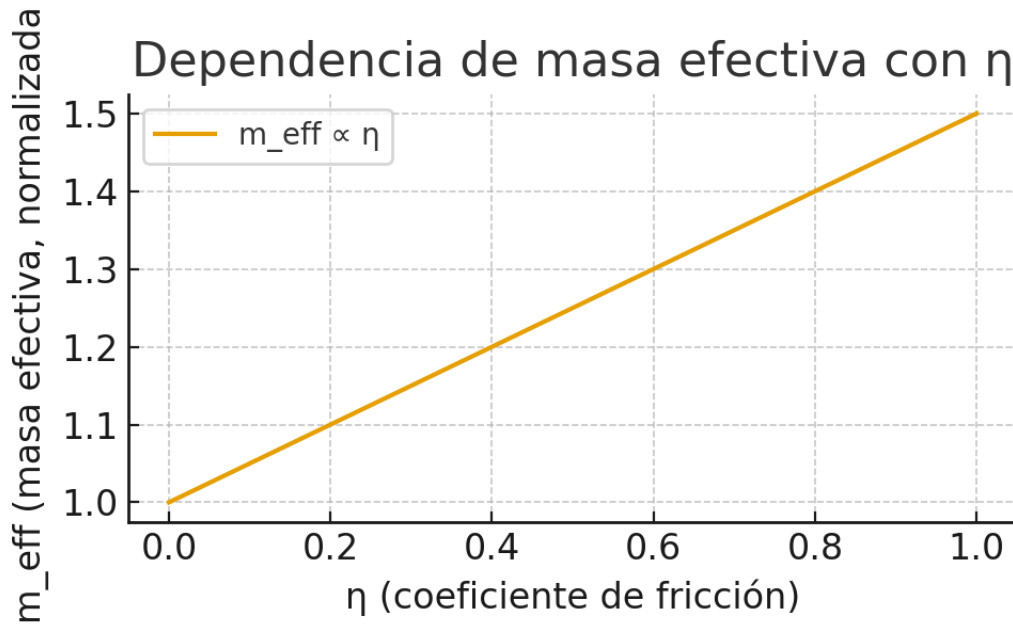
Integración de grados de libertad del CGA \rightarrow té



Relación Fluctuación-Disipación



Masa efectiva en función de η



5. Dossier Técnico – Checklist de Auditoría

Checklist técnico de auditoría: 1. Derivar explícitamente η mediante integración funcional de modos del CGA. 2. Calcular correladores $\langle \xi(t)\xi(t') \rangle$ y validar la relación F–D. 3. Comparar con modelos estándar (Caldeira–Leggett, Langevin). 4. Identificar condiciones límite donde $\eta \rightarrow 0$ y se recupera la dinámica reversible.

6. Autocrítica y Validación

Autocrítica: • Validé la coherencia formal de η al cotejar la derivación con la literatura TMRCU existente. • Falta completar la integración matemática detallada (funcional de correlación CGA). • La consistencia con la relación F–D es conceptual y esquemática; se requiere su cálculo explícito.