

# DOSSIER TÉCNICO Y CRONOLÓGICO — Agujeros Negros TMRCU ( $\Sigma=1$ )

Proyecto: TMRCU — Ingeniería de la Coherencia

Tema: Agujeros negros como Condensados de Coherencia Pura ( $\Sigma=1$ )

Autor: Genaro Carrasco Ozuna (con colaboración metodológica IA)

Fecha de consolidación: 09 de September de 2025

## Resumen Ejecutivo

Se integra el marco estándar de relatividad general (RG) y termodinámica de agujeros negros con la reinterpretación TMRCU: el agujero negro (AN) como Condensado de Coherencia Pura ( $\Sigma=1$ ). La singularidad se sustituye por una región de granularidad máxima y orden  $\Sigma$ ; el horizonte es una capa con  $\nabla\Sigma$  crítico. La radiación tipo Hawking emerge de la fricción  $\Sigma-\chi$  y el tiempo emergente, definido operacionalmente como cambios en  $\Sigma$ , se anula dentro del condensado. Se incluyen aplicaciones de ingeniería (memoria  $\Sigma$ , procesador  $\nabla\Sigma$ , reactor de fricción), programa de verificación (astro/análogos) y criterios de falsación.

# 1) Cronología del chat (trazabilidad de ideas)

**C1. Estudio integrador (AN ↔ TMRCU)** — Relectura del AN como Nodo de Coherencia Pura; horizonte como capa de  $\nabla\Sigma$  crítico; radiación como desprendimiento de sincronones  $\sigma$  por fricción  $\Sigma-\chi$ .

**C2. Estudio matemático formal** — Acción efectiva  $\Sigma-\chi$  en espacio curvo; EOM; masa del sincronón  $m_\sigma=\sqrt{2}\mu$ ; predicciones observables: modo escalar, ecos, polarización universal, no-termalidad correlacionada.

**C3. Teorema del tiempo emergente** — Definición operacional  $dt_\Sigma=\alpha(\Sigma)|u^\mu\nabla_\mu\Sigma|d\lambda$ . Si  $\nabla\Sigma=0$  (interior  $\Sigma=1$ ), entonces  $t_\Sigma=0$ : el tiempo emergente no transcurre en el condensado.

**C4. Dossier técnico** — Integración cronológica y técnica con conceptos, fórmulas, comparativos, métricas y rutas de validación/falsación.

## 2) Núcleo conceptual (definiciones y principios)

- $\Sigma$  (Sincronización Lógica): campo de coherencia informacional,  $0\leq\Sigma\leq 1$ .
- $\chi$  (MEI): sustrato pasivo/dinámico; acoplo  $g\Sigma^2\chi^2$  como canal disipativo.
- $\sigma$  (sincronón): cuanto de  $\Sigma$ ; masa  $m_\sigma=\sqrt{2}\mu$ .
- Horizonte (TMRCU): capa de transición con gradiente máximo  $|\nabla\Sigma|$ .
- $\Sigma$ -BH: solución con interior  $\Sigma\approx 1$ , capa  $r\approx r_H$  y exterior  $\Sigma\rightarrow\Sigma_\infty<1$ .
- Tiempo emergente (TMRCU): medida de cambio de coherencia a lo largo de una trayectoria.

## 3) Formalismo matemático (acción, EOM, termodinámica $\Sigma$ )

### 3.1 Acción efectiva y ecuaciones de movimiento

$S = \int d^4x \sqrt{-g} \left[ \frac{1}{16\pi G} R + \frac{1}{2}(\nabla\Sigma)^2 + \frac{1}{2}(\nabla\chi)^2 - V(\Sigma,\chi) \right],$   
 $V(\Sigma,\chi) = -\frac{1}{2}\mu^2\Sigma^2 + \frac{1}{4}\lambda\Sigma^4 + \frac{1}{2}m_\chi^2\chi^2 + (g/2)\Sigma^2\chi^2, \quad m_\sigma=\sqrt{2}\mu.$   
EOM:  $G_{\mu\nu}=8\pi G T_{\mu\nu}, \quad \square\Sigma+\partial_\Sigma V=0, \quad \square\chi+\partial_\chi V=0.$

### 3.2 Perfil radial y capa de horizonte

Con simetría esférica, estático:  $\Sigma'' + (2/r)\Sigma' - \partial_\Sigma V(\Sigma,\chi)=0.$   
Ancho de capa (estimador):  $\Delta \approx 1/\sqrt{(2\mu^2 + g\chi^2)}.$

### 3.3 Cuenta micro y ley área

Microestados confinados a la capa del horizonte con resolución  $\Delta\Sigma\approx\Delta$ :  
 $S_\Sigma = k_B \ln \Omega_\Sigma, \quad \Omega_\Sigma \sim \exp(\alpha A_H / \Delta\Sigma^2).$   
Calibración:  $S_\Sigma = S_{BH} = k_B A_H / (4\Delta\Sigma^2) \Rightarrow \alpha/\Delta\Sigma^2 = 1/(4\Delta\Sigma^2).$

### 3.4 Radiación tipo Hawking como fricción $\Sigma-\chi$

Al integrar  $\chi$  (respuesta lineal):  $\partial_t\Sigma \approx -\Gamma(\omega)\delta\Sigma/\delta\Sigma + \xi, \quad \Gamma \propto g^2\rho_\chi(\omega).$   
Temperatura efectiva:  $T_{\text{eff}} = T_H [1 + \varepsilon], \quad \varepsilon = O(g^2/(\mu^2 + m_\chi^2)), \quad T_H = \hbar\kappa/(2\pi k_B).$

## 4) Teorema del tiempo emergente: cese en $\Sigma=1$

Definición operacional:

dt\_Σ = α(Σ) |u^μ ∇\_μ Σ| dλ ⇒ t\_Σ[γ] = ∫\_γ dt\_Σ.

Teorema: Si ∇\_μΣ ≡ 0 en una región abierta (interior del condensado, Σ≡1), entonces para toda curva temporal γ en ella se cumple t\_Σ[γ]=0. Prueba: se anula el integrando |u^μ ∇\_μ Σ|. Corolario: el ‘reloj’ TMRCU vive en la capa |∇Σ|≠0.

5) Comparativo GR vs TMRCU (tabla analítica)

Aspecto	Relatividad General (GR)	TMRCU (Σ)	Implicación observable
Núcleo	Singularidad (formal)	Región Σ=1 (no singular)	Métrica exterior ≈ GR; microfísica interna
Horizonte	Superficie nula	Capa ∇Σ crítico (pared suave)	Ecos y modos σ en ringdown
Entropía	S = A/(4 ■ P²)	S_Σ por microconfiguraciones de MS	Misma ley área por ■_Σ→■_P
Radiación	Hawking térmica	Σ-χ con correcciones ε(g)	No-termalidad correlacionada
Tiempo interior	No definido globalmente	Cero operacional t_Σ=0	Dinámica localizada en el horizonte

6) Aplicaciones tecnológicas

6.1 Almacenamiento de densidad última (micro-condensados)

Modelo: celdas topológicas sobre dominios Σ≈1; estados metastables = bits Σ. Capacidad (cota BH): S/(k\_B ln2) = A/(4 ■ P² ln2) ≈ 1.38×10■■■ bits/m². I/O: inyección/lectura por locking (lenguas de Arnold); métricas: estrechamiento de línea, MVC.

6.2 Procesador de horizonte (∇Σ-computing)

Principio variacional: min\_Σ E[Σ] = ∫ (½|∇Σ|² + V\_eff - JΣ) d³x. Realización: matrices SYNCTRON/ΣFET (Stuart-Landau + Kuramoto). KPIs: RMSE\_SL, locking, MVC>100 (POC 32×32).

6.3 Reactor de fricción de coherencia

Escala de potencia superficial: P/A ≈ C g² ρ\_χ(ω\_σ) (∂\_rΣ)² τ\_c. Condición de viabilidad: P\_out > P\_pump, sin violar 2ª ley (sistema fuera de equilibrio).

7) Programa de verificación y observables

- Ondas gravitacionales (LIGO/Virgo/KAGRA/LISA): modo escalar σ y ecos en ringdown (búsqueda bayesiana).
- EHT (Sgr A\*, M87\*): gradientes azimutales de polarización y grosor del anillo (residuales universales no-MHD).
- Espectroscopía X/γ: no-termalidad correlacionada (estadística de fase y correlaciones de largo alcance).
- Análogos de horizonte (óptica/BEC/Josephson/magnónica): emisión tipo Hawking con control de Σ.
- Hardware Σ (SYNCTRON/ΣFET): escaneos de resonancia buscando anomalías de locking asociadas a σ.

8) Criterios de falsación y rutas de exclusión

- No detección del modo escalar universal con SNR alto en múltiples fusiones → exclusión de ventanas (m\_σ, g).

- Ausencia de ecos con límites que prohíban capas semipermeables  $\nabla\Sigma$  para anchos  $\Delta$  plausibles.
- Polarización EHT enteramente explicable por MHD sin residuales universales en todos los objetos.
- Análogos sin no-termalidad correlacionada bajo control de  $\Sigma$ ; balance siempre  $P_{\text{out}} \leq P_{\text{pump}}$ .

## 9) Autocrítica técnica y estratégica

- Termodinámica:  $S_\Sigma = S_{\text{BH}}$  se usa como calibración; falta conteo micro detallado de defectos/paredes de  $\Sigma$  con corte  $\blacksquare_\Sigma \rightarrow \blacksquare_P$ .
- Degeneración fenomenológica: ecos/modos escalares pueden surgir en otras extensiones; mitigar con firmas de coherencia y polarización universal.
- Reactor: modelo de potencia en respuesta lineal; estudiar no linealidades, ruido y umbrales de bombeo.
- Complejidad algorítmica:  $\nabla\Sigma$ -computing es relajación; no garantiza óptimos globales NP-duros, pero puede ganar por paralelismo físico y analogía continua.
- Integridad conceptual: el teorema del tiempo es operacional (reloj  $\Sigma$ ); no niega el tiempo propio GR y centra la predicción en la capa.

## 10) Glosario de símbolos

- $\Sigma$ : coherencia (0 a 1).  $\chi$ : MEI.  $\sigma$ : sincronón (cuanto de  $\Sigma$ ).
- $\mu, \lambda, g, m_\chi$ : parámetros del potencial/acoplo.  $\Delta$ : ancho de la capa de horizonte.
- $\kappa$ : gravedad superficial (GR).  $A_H$ : área del horizonte.  $\blacksquare_P$ : longitud de Planck.
- $t_\Sigma$ : tiempo emergente TMRCU. MVC: métrica de ventaja computacional de hardware  $\Sigma$ .

## 11) Apéndices de derivación (detalles matemáticos)

### A) EDO radial y estimador de $\Delta$

Linealizando  $\Sigma = 1 - \epsilon$  ( $\epsilon \ll 1$ ), con  $V_{\text{eff}}(\Sigma) \approx V(1) + \frac{1}{2} V''(1) \epsilon^2$ :  $\epsilon'' + (2/r) \epsilon' - V''(1) \epsilon \approx 0$ ,  $V''(1) = 2\mu^2 + g\chi^2 \Rightarrow \Delta \approx 1/\sqrt{V''(1)}$ .

### B) Funcional variacional para $\nabla\Sigma$ -computing

$E[\Sigma] = \int d^3x \left( \frac{1}{2} |\nabla\Sigma|^2 + V_{\text{eff}}(\Sigma) - J\Sigma \right)$ ,  $\partial_t \Sigma = -\Gamma \delta E / \delta \Sigma \rightarrow$  estabilidad hacia  $\Sigma^*$ .

### C) Tiempo emergente como 1-forma (invariante por reparametrización)

Para cualquier reparametrización  $\lambda \rightarrow f(\lambda)$ ,  $dt_\Sigma$  es invariante porque depende de  $|d\Sigma|$ ; si  $d\Sigma = 0$  entonces  $t_\Sigma = 0$  (necesario y suficiente).