

# **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  $dt_\Sigma=\alpha(\Sigma)|u^\lambda\mu\nabla_\lambda\Sigma|d\lambda$ . 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; acople  $g\Sigma^2\chi^2$  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

$$S = \int d\Box x \sqrt{-g} [ (1/16\pi G) R + \frac{1}{2}(\nabla\Sigma)^2 + \frac{1}{2}(\nabla\chi)^2 - V(\Sigma, \chi) ],$$
$$V(\Sigma, \chi) = -\frac{1}{2} \mu^2 \Sigma^2 + \frac{1}{2} \lambda \Sigma \Box + \frac{1}{2} m_\sigma^2 \chi^2 + (g/2) \Sigma^2 \chi^2, \quad m_\sigma = \sqrt{2} \mu.$$

EOM:  $G_{\{\mu\nu\}} = 8\pi G T_{\{\mu\nu\}}$ ,  $\Box\Sigma + \partial_\Sigma V = 0$ ,  $\Box\chi + \partial_\chi V = 0$ .

## 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):  $\Delta \approx 1/\sqrt{(2\mu^2 + g\Box\chi^2)}$ .

## 3.3 Cuenta micro y ley área

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

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

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

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

## Definición operacional:

$$dt_{\Sigma} = \alpha(\Sigma) |u^\mu \nabla_\mu \Sigma| d\lambda \Rightarrow t_{\Sigma}[\gamma] = \int_{\gamma} dt_{\Sigma}.$$

Teorema: Si  $\nabla_\mu \Sigma \equiv 0$  en una región abierta (interior del condensado,  $\Sigma=1$ ), entonces para toda curva temporal  $\gamma$  en ella se cumple  $t_{\Sigma}[\gamma]=0$ . Prueba: se anula el integrando  $|u^\mu \nabla_\mu \Sigma|$ . Corolario: el ‘reloj’ TMRCU vive en la capa  $|\nabla\Sigma|\neq 0$ .

## 5) Comparativo GR vs TMRCU (tabla analítica)

Aspecto	Relatividad General (GR)	TMRCU ( $\Sigma$ )	Implicación observable
Núcleo	Singularidad (formal)	Región $\Sigma=1$ (no singular)	Métrica exterior $\approx$ GR; microfísica inter
Horizonte	Superficie nula	Capa $\nabla\Sigma$ crítico (pared suave)	Ecos y modos $\sigma$ en ringdown
Entropía	$S = A/(4 \pi P^2)$	$S_{\Sigma}$ por microconfiguraciones	misma ley área por $\Sigma \rightarrow P$
Radiación	Hawking térmica	$\Sigma-\chi$ con correcciones $\varepsilon(g)$	No-termalidad correlacionada
Tiempo interior	No definido globalmente	Cero operacional $t_{\Sigma}=0$	Dinámica localizada en el horizonte

## 6) Aplicaciones tecnológicas

### 6.1 Almacenamiento de densidad última (micro-condensados)

Modelo: celdas topológicas sobre dominios  $\Sigma \approx 1$ ; estados metastables = bits  $\Sigma$ . Capacidad (cota BH):  $S/(k_B \ln 2) = A/(4 \pi P^2 \ln 2) \approx 1.38 \times 10^{30} \text{ bits/m}^2$ . I/O: inyección/lectura por locking (lenguas de Arnold); métricas: estrechamiento de línea, MVC.

### 6.2 Procesador de horizonte ( $\nabla\Sigma$ -computing)

Principio variacional:  $\min_{\Sigma} E[\Sigma] = \int (\frac{1}{2} |\nabla\Sigma|^2 + V_{\text{eff}} - J\Sigma) d^3x$ . Realización: matrices SYNCTRON/ $\Sigma$ FET (Stuart–Landau + Kuramoto). KPIs: RMSE\_SL, locking, MVC>100 (POC 32x32).

### 6.3 Reactor de fricción de coherencia

Escala de potencia superficial:  $P/A \approx C g^2 \rho_{\chi}(\omega_{\sigma}) (\partial_r \Sigma)^2 \tau_c$ . Condición de viabilidad:  $P_{\text{out}} > P_{\text{pump}}$ , sin violar 2<sup>a</sup> ley (sistema fuera de equilibrio).

## 7) Programa de verificación y observables

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

## 8) Criterios de falsación y rutas de exclusión

- No detección del modo escalar universal con SNR alto en múltiples fusiones  $\rightarrow$  exclusión de ventanas ( $m_{\sigma}, g$ ).

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

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

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