

Teoría Σ : Gravedad Constitutiva, Saturación Geométrica y Termodinámica del Espacio--Tiempo

Abstract

Se presenta la Teoría Σ , un marco constitutivo para la gravedad en el que el espacio--tiempo emerge como la respuesta geométrica saturante de una sustancia fundamental continua. Se introduce un parámetro universal B , con dimensiones de área, que establece un límite absoluto de compactación geométrica. A partir de este único principio se eliminan singularidades, se recupera la relatividad general como teoría efectiva de baja curvatura y se derivan de manera natural la entropía y la temperatura de los horizontes gravitacionales.

1 Postulado fundamental

La Teoría Σ postula la existencia de una sustancia geométrica continua, conservada y causalmente completa. El espacio--tiempo, la materia y la energía no son entidades independientes, sino manifestaciones emergentes de esta sustancia bajo diferentes regímenes dinámicos.

Este postulado implica:

- La inexistencia de infinitos físicos reales.
- La imposibilidad de una respuesta geométrica lineal ante densidades arbitrariamente grandes.
- La necesidad de una ley constitutiva de respuesta saturante.

Estos principios no dependen de hipótesis cuánticas, sino de consistencia ontológica y causal.

2 Parámetro constitutivo de saturación

Existe un límite absoluto de compactación geométrica caracterizado por una constante universal B , con dimensiones de área:

$$[B]=L^2.$$

El parámetro B no es un regulador ad hoc ni un cutoff cuántico, sino una constante constitutiva que expresa la rigidez geométrica mínima del espacio--tiempo. Toda respuesta geométrica extrema se satura en este valor.

3 Ley constitutiva de respuesta geométrica

Sea ρ_Σ una densidad efectiva de la sustancia Σ . La respuesta geométrica efectiva satisface:

$$(\rho_\Sigma)=\frac{\rho^\Sigma}{1+B\rho^\Sigma}$$

Esta relación cumple:

- Régimen lineal: $\approx \rho_\Sigma$ para $B\rho_\Sigma \ll 1$.
- Saturación fuerte: $\rightarrow 1/B$ para $B\rho_\Sigma \gg 1$.
- Universalidad e independencia del estado.

4 Acción efectiva

La dinámica geométrica mínima está descrita por la acción:

$$S_\Sigma=\frac{1}{16\pi}\int d^4x\sqrt{-g}\frac{R}{1+BR}+S_{matter}.$$

En el límite $BR \ll 1$ se recupera:

$$S_\Sigma\approx\frac{1}{16\pi}\int d^4x\sqrt{-g}R,$$

correspondiente a la relatividad general como teoría efectiva.

5 Solución esférica regular

Para simetría esférica:

$$ds^2 = f(r) dt^2 - \frac{dr^2}{f(r)} - r^2 d\Omega^2,$$

con:

$$f(r) = 1 - \frac{2M}{r} \exp(-\frac{B}{r^2}).$$

Todos los invariantes de curvatura permanecen finitos:

$$R_{\mu\nu\rho\sigma} R^{\mu\nu\rho\sigma} < \infty.$$

6 Horizontes y saturación

En la Teoría Σ , el horizonte no es una frontera causal fundamental, sino la superficie geométrica donde la compactación alcanza el límite B . La geometría deja de responder localmente y se organiza superficialmente.

7 Entropía del horizonte

Dado que la geometría se resuelve en celdas mínimas de área B , una superficie de área A admite:

$$N = \frac{A}{B}$$

grados geométricos independientes.

La entropía resulta:

$$S = \frac{A}{4B}.$$

Identificando:

$$B = \ell_P^2$$

se obtiene:

$$S = \frac{A}{4\ell^*}$$

la ley de Bekenstein--Hawking.

8 Temperatura de Hawking

La temperatura emerge de la gravedad superficial efectiva:

$$T = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{df}{dr} \Big|_{r=r_h}$$

En el régimen $r_h \gg \sqrt{B}$ se recupera exactamente la temperatura de Hawking estándar. No se requiere cuantización del campo gravitacional.

9 Correcciones

Las correcciones subdominantes se deben a fluctuaciones alrededor del régimen de saturación:

$$S = \frac{A}{4B} + \gamma \ln(\frac{A}{B}) + \dots$$

La ley de área es estructural; las correcciones no la modifican.

10 Conclusiones

La Teoría Σ presenta un marco finito, continuo y causalmente completo para la gravedad. A partir de un único parámetro constitutivo B :

- Se eliminan singularidades.
- Emerge el espacio--tiempo.
- Se explican los horizontes.
- Se derivan la entropía y la temperatura gravitacional.

La relatividad general y la teoría cuántica aparecen como límites efectivos de esta estructura más profunda, sin necesidad de dimensiones extra ni gravitones.