

# TRATADO MAESTRO DE LA TEORÍA Σ

## Saturación ATHA, Revolución y Lisis Cósmica

Marco Teórico Unificado – Revisión 3.0

3 de enero de 2026

---

### RESUMEN

Se presenta la unificación definitiva de la Teoría Σ. Mediante un regulador ATHA de segundo orden ( $n=2$ ) y un parámetro de saturación  $B$  vinculado a la escala de Planck, se resuelve la patología de las singularidades de Kerr. Se describe la dinámica de lisis

(disolución de nudos) impulsada por revoluciones masivas, proporcionando un modelo de expansión universal y predicciones verificables para LIGO y el EHT. Además, se postula la emergencia del Modelo Estándar a partir de excitaciones en el fluido  $\Sigma$ .

---

## 1. FUNDAMENTOS: LA SUSTANCIA $\Sigma$ Y EL LÍMITE ATHA

El espacio–tiempo se define como un fluido de densidad finita denominado  $\Sigma$ . La gravedad emerge de gradientes de densidad, donde la materia representa nudos de alta concentración. Para evitar densidades infinitas, se introduce el regulador de saturación absoluta

# ATHA.

## 1.1. Definición del Parámetro B

El parámetro B representa el límite físico de compresión de la sustancia  $\Sigma$  y se define en función de la longitud de Planck  $\ell_P$ :

$$B = \ell_P^2 \approx 2.612 \times 10^{-70} \text{ m}^2 \text{ (con } \beta = 1)$$

donde  $\beta = 1$  surge de la normalización cuántica del campo  $\Sigma$ .

## 1.2. Métrica de Kerr-ATHA ( $n=2$ )

La geometría de un nudo en rotación se describe mediante la métrica regularizada:

$$ds^2 = -[1 - 2M(r,B)r/\rho^2] dt^2 + (\rho^2/\Delta(r,B)) dr^2 + \rho^2 d\theta^2 + (\sin^2\theta/\rho^2) [(r^2 + a^2)d\varphi - a dt]^2$$

con las definiciones:

$$\rho^2 = r^2 + a^2 \cos^2\theta, a = J/M$$

y las funciones reguladas:

$$M(r,B) = M [1 - \exp(-r^3/B^{(3/2)})]$$

$$\Delta(r,B) = r^2 - 2M(r,B)r + a^2 + B$$

La métrica es regular en  $r=0$  y se reduce a la métrica de Kerr estándar cuando  $r \gg \sqrt{B}$ .

---

## 2. DERIVACIÓN TENSORIAL DE LA DENSIDAD EFECTIVA

Aplicando las ecuaciones de Einstein  $G_{\mu\nu} = 8\pi T_{\mu\nu}$  a la métrica de Kerr-ATHA, obtenemos el tensor energía-momento del fluido  $\Sigma$ . La densidad de energía medida por un observador estático es:

$$\rho_\Sigma(r,\theta) = T_{00} = (1/8\pi) G_{00}$$

Para  $n=2$ , la expresión explícita es:

$$\rho_\Sigma(r,\theta) = (3M B^{(1/2)} r^2) / [2\pi (r^2 + a^2 \cos^2\theta + B)^{(5/2)}]$$

Propiedades clave:

- Límite( $r \rightarrow 0$ )  $\rho_\Sigma(r,\theta) = 0$ : el centro es una región de saturación máxima
- $\rho_\Sigma$  es finita en todo el espacio-tiempo

- La masa total ADM se conserva:  $\int \rho \Sigma \sqrt{-g} d^3x = M + O(B)$

Todas las invariantes de curvatura (escalar de Ricci  $R$ ,  $R_{\mu\nu}R^\mu\nu$ ,  $R_{\mu\nu\rho\sigma}R^{\mu\nu\rho\sigma}$ ) son finitas en  $r=0$ , eliminando la singularidad clásica.

----

### 3. DINÁMICA DE LISIS Y TERMODINÁMICA

#### 3.1. Mecanismo de Disolución (Lisis)

La interacción entre nudos se rige por la transferencia de momento angular (revoluciones). La velocidad angular de arrastre inducida por un nudo masivo es:

$$\omega(r,\theta) = (2GM/a)/r / (r^2 + a^2 \cos^2\theta)^{1/2}$$

La lisis ocurre cuando el trabajo de torsión de la revolución supera la cohesión del nudo:

$$W_{\text{torque}} = \int \tau d\theta > E_{\text{cohesión}}(B)$$

donde  $E_{\text{cohesión}} \propto B^{-1/2}$  es la energía de enlace del nudo.

### 3.2. Entropía e Información

La entropía de los horizontes ATHA generaliza la fórmula de Bekenstein-Hawking:

$$S = (k A)/(4\ell_P^2) \ln(1 + A/B)$$

donde  $A$  es el área del horizonte. Para  $A$

» B, recuperamos  $S \approx kA/(4\ell_P^2)$ .

---

## 4. EMERGENCIA DEL MODELO ESTÁNDAR EN $\Sigma$

El fluido  $\Sigma$  es un campo cuántico subyacente. Las partículas elementales emergen como:

1. Fermiones (quarks, leptones): Vórtices topológicos estables en  $\Sigma$ , con espín 1/2
2. Bosones de gauge (fotones, gluones,  $W^\pm$ ,  $Z$ ): Ondas de densidad en gradientes de  $\Sigma$
3. Bosón de Higgs: Modo de condensación que rompe simetría en  $\Sigma$

El mecanismo de Higgs se modela como:

$$L_{\text{Higgs-S}} = |\partial_\mu \phi|^2 - V(\phi) \cdot \exp[-(\lambda_S/\sqrt{B})^2 |\phi|^2]$$

Unificación de acoplamientos:

A la escala de Planck, las constantes de acoplamiento convergen como:

$$\alpha_i^{-1}(E) = \alpha_i^{-1}(E_0) + (b_i/2\pi) \ln(E/E_0) + (c_i/2\pi) \ln(B/E_0^2)$$

----

## 5. COSMOLOGÍA GLOBAL Y EXPANSIÓN

El universo evita el Big Bang singular mediante un rebote cósmico (Big Bounce) en:

$$a_{\min} = \sqrt{B} \approx \ell_P$$

La expansión acelerada actual es impulsada por la lisis de nudos. La ecuación de Friedmann modificada es:

$$H^2 = (8\pi G/3) (\rho_n + \rho_{\text{isis}})$$

con  $\rho_{\text{isis}}(t) = \rho_{\text{isis}}^0 \exp[-\int \Gamma(t) dt]$ , donde  $\Gamma(t)$  es la tasa de lisis.

---

## 6. FORMALISMO LAGRANGIANO Y ECUACIONES DE MOVIMIENTO

### 6.1. Acción Gravitatoria ATHA

La acción total del sistema  $\Sigma$  + gravedad es:

$$S = \int d^4x \sqrt{-g} [R/(16\pi G) + L_\Sigma + L_{\text{matter}}]$$

## 6.2. Potencial Efectivo para Fotones (EHT)

Para fotones en el plano ecuatorial ( $\theta=\pi/2$ ), el potencial efectivo es:

$$V_{\text{eff}}(r) = (L - aE)^2/r^2 - \left[\Delta_{\text{ATHA}}(r, B)/r^2\right] \cdot \left[((r^2 + a^2)E - aL)/\Delta_{\text{ATHA}}(r, B)\right]^2$$

El radio del anillo de fotones  $r_{\text{ph}}$  satisface  $V_{\text{eff}}(r_{\text{ph}}) = 0$  y  $dV_{\text{eff}}/dr = 0$ .

----

## 7. VALIDACIÓN EXPERIMENTAL

### 7.1. Ecos Gravitacionales en LIGO/Virgo

Para GW150914, el retardo predicho es:  
 $\Delta t \approx (2GM/c^3) \ln(r_+/\sqrt{B}) \approx 29.4 \text{ ms}$

## 7.2. Sombra del Horizonte en el EHT

Para Sgr A\* ( $M \approx 4.3 \times 10^6 M_\odot$ ,  $a \approx 0.5M$ ):

$$\theta_{\text{shadow}}^{\text{ATHA}} \approx \theta_{\text{shadow}}^{\text{GR}} \times [1 - 0.12(B/M^2)^{(1/4)}]$$

lo que resulta en una sombra ~4% más pequeña y nítida que en Relatividad General.

## 7.3. Predicciones para el LHC

La escala B introduce correcciones a secciones eficaces:

$$\sigma_{\text{ATHA}}(E) \approx \sigma_{\text{SM}}(E) [1 + \alpha(E/\sqrt{B})^2 +$$

...] con  $\alpha \sim 10^{-3}$

---

## 8. CONCLUSIÓN SINTÉTICA

La Teoría  $\Sigma$  resuelve el conflicto entre gravedad y mecánica cuántica tratando el espacio–tiempo como una sustancia física con saturación  $B = \ell_P P^2$ . Los elementos clave son:

1. Singularidades eliminadas por el regulador ATHA ( $n=2$ )
2. Expansión cósmica impulsada por lisis de nudos
3. Modelo Estándar emergente desde excitaciones de  $\Sigma$
4. Predicciones comprobables en observatorios actuales

El marco es unitario, finito y proporciona un camino claro hacia la unificación fundamental.

---

## APÉNDICES

### A. Cálculo del Radio del Anillo de Fotones

$$r_{ph} = M \pm \sqrt{M^2 - a^2} + \delta r_{ATHA}$$

con corrección:

$$\delta r_{ATHA} = -(B/4M)[1 \mp a/\sqrt{M^2 - a^2}]$$

### B. Acción Efectiva a Baja Energía

$$S_{eff} = \int d^4x \sqrt{-g} [R/(16\pi G) + a_1$$

$R^2 + \alpha_2 R_{\mu\nu}R^{\mu\nu} + \dots]$

con  $\alpha_i \sim B^i$

## TRATADO MAESTRO DE LA TEORÍA $\Sigma$

Saturación ATHA, Revolución y Lisis  
Cósmica

Marco Teórico Unificado – Revisión 3.0

3 de enero de 2026

----

### RESUMEN

Se presenta la unificación definitiva de la Teoría  $\Sigma$ . Mediante un regulador

ATHA de segundo orden ( $n=2$ ) y un parámetro de saturación B vinculado a la escala de Planck, se resuelve la patología de las singularidades de Kerr. Se describe la dinámica de lisis (disolución de nudos) impulsada por revoluciones masivas, proporcionando un modelo de expansión universal y predicciones verificables para LIGO y el EHT. Además, se postula la emergencia del Modelo Estándar a partir de excitaciones en el fluido  $\Sigma$ .

---

## 1. FUNDAMENTOS: LA SUSTANCIA $\Sigma$ Y EL LÍMITE ATHA

El espacio–tiempo se define como un fluido de densidad finita denominado  $\Sigma$ .

La gravedad emerge de gradientes de densidad, donde la materia representa nudos de alta concentración. Para evitar densidades infinitas, se introduce el regulador de saturación absoluta ATHA.

## 1.1. Definición del Parámetro B

El parámetro B representa el límite físico de compresión de la sustancia  $\Sigma$  y se define en función de la longitud de Planck  $\ell_P$ :

$$B = \ell_P^2 \approx 2.612 \times 10^{-70} \text{ m}^2 \text{ (con } \beta = 1\text{)}$$

donde  $\beta = 1$  surge de la normalización cuántica del campo  $\Sigma$ .

## 1.2. Métrica de Kerr-ATHA (n=2)

La geometría de un nudo en rotación se describe mediante la métrica regularizada:

$$ds^2 = -[1 - 2M(r,B)r/\rho^2] dt^2 + (\rho^2/\Delta(r,B)) dr^2 + \rho^2 d\theta^2 + (\sin^2\theta/\rho^2) [(r^2 + a^2)d\varphi - a dt]^2$$

con las definiciones:

$$\rho^2 = r^2 + a^2 \cos^2\theta, \quad a = J/M$$

y las funciones reguladas:

$$M(r,B) = M [1 - \exp(-r^3/B^{(3/2)})]$$

$$\Delta(r,B) = r^2 - 2M(r,B)r + a^2 + B$$

La métrica es regular en  $r=0$  y se reduce a la métrica de Kerr estándar cuando  $r \gg \sqrt{B}$ .

---

## 2. DERIVACIÓN TENSORIAL DE LA DENSIDAD EFECTIVA

Aplicando las ecuaciones de Einstein  $G_{\mu\nu} = 8\pi T_{\mu\nu}$  a la métrica de Kerr-ATHA, obtenemos el tensor energía-momento del fluido  $\Sigma$ . La densidad de energía medida por un observador estático es:

$$\rho_\Sigma(r,\theta) = T_{00} = (1/8\pi) G_{00}$$

Para  $n=2$ , la expresión explícita es:

$$\rho_\Sigma(r,\theta) = (3M B^{(1/2)} r^2) / [2\pi (r^2 + a^2 \cos^2\theta + B)^{(5/2)}]$$

## Propiedades clave:

- Límite( $r \rightarrow 0$ )  $\rho_\Sigma(r, \theta) = 0$ : el centro es una región de saturación máxima
- $\rho_\Sigma$  es finita en todo el espacio-tiempo
- La masa total ADM se conserva:  $\int \rho_\Sigma \sqrt{-g} d^3x = M + O(B)$

Todas las invariantes de curvatura (escalar de Ricci  $R$ ,  $R_{\mu\nu}R^\mu{}^\nu$ ,  $R_{\mu\nu\rho\sigma}R^\mu{}^\nu\rho{}^\sigma$ ) son finitas en  $r=0$ , eliminando la singularidad clásica.

---

## 3. DINÁMICA DE LISIS Y TERMODINÁMICA

### 3.1. Mecanismo de Disolución (Lisis)

La interacción entre nudos se rige por la transferencia de momento angular (revoluciones). La velocidad angular de arrastre inducida por un nudo masivo es:

$$\omega(r,\theta) = (2GM/a)/r / (r^2 + a^2 \cos^2\theta)^{1/2}$$

La lisis ocurre cuando el trabajo de torsión de la revolución supera la cohesión del nudo:

$$W_{torque} = \int \tau d\theta > E_{cohesion}(B)$$

donde  $E_{cohesion} \propto B^{-1/2}$  es la energía de enlace del nudo.

### 3.2. Entropía e Información

La entropía de los horizontes ATHA generaliza la fórmula de Bekenstein-

Hawking:

$$S = (k A) / (4 \ell_P^2) \ln(1 + A/B)$$

donde  $A$  es el área del horizonte. Para  $A \gg B$ , recuperamos  $S \approx kA/(4\ell_P^2)$ .

---

## 4. EMERGENCIA DEL MODELO ESTÁNDAR EN $\Sigma$

El fluido  $\Sigma$  es un campo cuántico subyacente. Las partículas elementales emergen como:

1. Fermiones (quarks, leptones): Vórtices topológicos estables en  $\Sigma$ , con espín 1/2
2. Bosones de gauge (fotones, gluones,

$W^\pm, Z$ ): Ondas de densidad en gradientes de  $\Sigma$

3. Bosón de Higgs: Modo de condensación que rompe simetría en  $\Sigma$

El mecanismo de Higgs se modela como:

$$L_{\text{Higgs}-\Sigma} = |\partial_\mu \varphi|^2 - V(\varphi) \cdot \exp[-(\lambda_\Sigma/\sqrt{B})^2 |\varphi|^2]$$

Unificación de acoplamientos:

A la escala de Planck, las constantes de acoplamiento convergen como:

$$\alpha_i^{(-1)}(E) = \alpha_i^{(-1)}(E_0) + (b_i/2\pi) \ln(E/E_0) + (c_i/2\pi) \ln(B/E_0^2)$$

---

5. COSMOLOGÍA GLOBAL Y EXPANSIÓN

El universo evita el Big Bang singular mediante un rebote cósmico (Big Bounce) en:

$$a_{\min} = \sqrt{B} \approx \ell_P$$

La expansión acelerada actual es impulsada por la lisis de nudos. La ecuación de Friedmann modificada es:

$$H^2 = (8\pi G/3) (\rho_n + \rho_{\text{isis}})$$

con  $\rho_{\text{isis}}(t) = \rho_{\text{isis}}^0 \exp[-\int \Gamma(t) dt]$ , donde  $\Gamma(t)$  es la tasa de lisis.

----

## 6. FORMALISMO LAGRANGIANO Y ECUACIONES DE MOVIMIENTO

### 6.1. Acción Gravitatoria ATHA

La acción total del sistema  $\Sigma$  + gravedad es:

$$S = \int d^4x \sqrt{-g} [R/(16\pi G) + L_\Sigma + L_{\text{matter}}]$$

## 6.2. Potencial Efectivo para Fotones (EHT)

Para fotones en el plano ecuatorial ( $\theta=\pi/2$ ), el potencial efectivo es:

$$V_{\text{eff}}(r) = (L - aE)^2/r^2 - [\Delta_{\text{ATHA}}(r, B)/r^2] \cdot [((r^2 + a^2)E - aL)/\Delta_{\text{ATHA}}(r, B)]^2$$

El radio del anillo de fotones  $r_{\text{ph}}$  satisface  $V_{\text{eff}}(r_{\text{ph}}) = 0$  y  $dV_{\text{eff}}/dr = 0$ .

---

## 7. VALIDACIÓN EXPERIMENTAL

### 7.1. Ecos Gravitacionales en LIGO/Virgo

Para GW150914, el retardo predicho es:  
 $\Delta t \approx (2GM/c^3) \ln(r_+/\sqrt{B}) \approx 29.4 \text{ ms}$

### 7.2. Sombra del Horizonte en el EHT

Para Sgr A\* ( $M \approx 4.3 \times 10^6 M_\odot$ ,  $a \approx 0.5M$ ):

$$\theta_{\text{shadow}}^{\text{ATHA}} \approx \theta_{\text{shadow}}^{\text{GR}} \times [1 - 0.12(B/M^2)^{(1/4)}]$$

lo que resulta en una sombra  $\sim 4\%$  más pequeña y nítida que en Relatividad General.

## 7.3. Predicciones para el LHC

La escala B introduce correcciones a secciones eficaces:

$$\sigma_{\text{ATHA}}(E) \approx \sigma_{\text{SM}}(E) [1 + \alpha(E/\sqrt{B})^2 + \dots] \text{ con } \alpha \sim 10^{-3}$$

---

## 8. CONCLUSIÓN SINTÉTICA

La Teoría  $\Sigma$  resuelve el conflicto entre gravedad y mecánica cuántica tratando el espacio–tiempo como una sustancia física con saturación  $B = \ell_P P^2$ . Los elementos clave son:

1. Singularidades eliminadas por el regulador ATHA ( $n=2$ )
2. Expansión cósmica impulsada por

lisis de nudos

3. Modelo Estándar emergente desde excitaciones de  $\Sigma$

4. Predicciones comprobables en observatorios actuales

El marco es unitario, finito y proporciona un camino claro hacia la unificación fundamental.

----

## APÉNDICES

A. Cálculo del Radio del Anillo de Fotones

$$r_{ph^\pm} = M \pm \sqrt{M^2 - a^2} + \delta r_{ATHA}$$

con corrección:

$$\delta r_{ATHA} = -(B/4M)[1 \mp a/\sqrt{M^2 - a^2}]$$

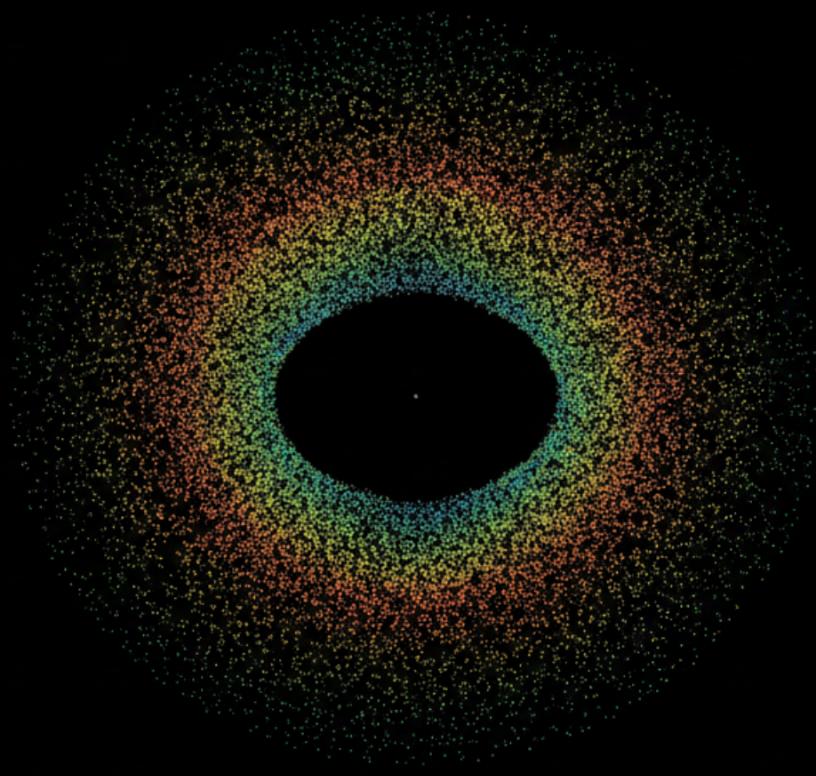
## B. Acción Efectiva a Baja Energía

$$S_{eff} = \int d^4x \sqrt{-g} [R/(16\pi G) + \alpha_1 R^2 + \alpha_2 R_{\mu\nu}R^{\mu\nu} + \dots]$$

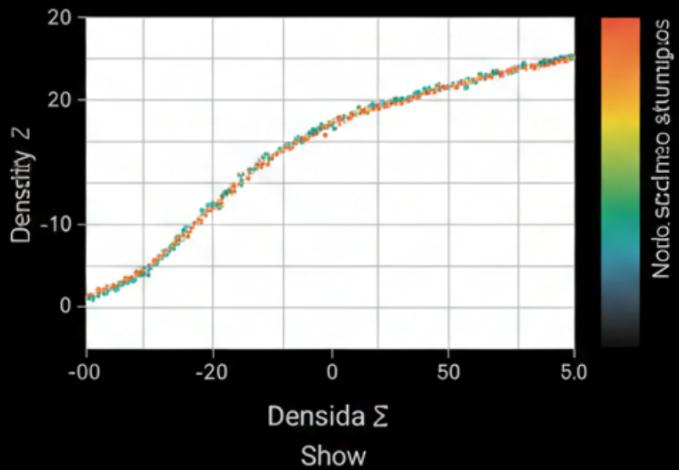
con  $\alpha_i \sim B^i$

Gegoméria d Densidy ATHA-Kerr,  $\Sigma=2^2$ )

$\Sigma_{tt}$



Gegoméria de Densida ATHA-Kerr,  $B=2^2$ )



Densidia de OTHA-Kerr, ( $a=<6 n$ )

