
Two Structural Cosmological Predictions

of the PIU V31.10 Corpus

Dos predicciones cosmológicas estructurales
del corpus PIU V31.10

$$\frac{\Omega_{MO}}{\Omega_M} = \sqrt{3} \pi \qquad \Omega_{EO} = f_c = 0.6869$$

*Two cosmological predictions derived from first principles with **zero free parameters**, sub- σ agreement against Planck 2018, and Bayesian closure of the numerological-coincidence hypothesis ($K_c \approx 6.7 \times 10^5$, decisive evidence on the Jeffreys scale).*

*Dos predicciones cosmológicas derivadas desde primeros principios con **cero parámetros libres**, acuerdo sub- σ frente a Planck 2018, y cierre bayesiano de la hipótesis de coincidencia numerológica ($K_c \approx 6.7 \times 10^5$, evidencia decisiva en escala de Jeffreys).*

Manuel Alberto Celedón Mejía

Medellín, Colombia

piuniversal.com

Versión V31.10 · Mayo 2026

En preparación para Zenodo

Sobre este documento. *Este es un documento autocontenido que presenta las dos predicciones cosmológicas centrales del corpus PIU. Es un extracto del corpus completo, no su reemplazo. La intención es facilitar el escrutinio independiente de las afirmaciones cuantitativas más fuertes del programa, sin exigir la lectura de las ~200 páginas del corpus completo. Bibliografía con atribución a autores históricos detallada al final.*

Abstract

The PIU (Principle of Universal Integrity) V31.10 corpus proposes that all physical phenomena emerge as effective modes of a single physical substrate — the *Pleno* — governed by a Lagrangian density \mathcal{L}_{F1} with three structural terms (kinetic, effective potential, flexural UV regulator). Within this framework, two cosmological ratios are derived from first principles with zero free parameters:

- $\Omega_{MO}/\Omega_M = \sqrt{3}\pi \approx 5.4414$ — from discrete Pleno geometry, spinor reduction 1/2, and Peierls–Nabarro stability (Block E, Theorem T5).
- $\Omega_{EO} = f_c \approx 0.6869$ — from Bogoliubov–Yukalov quantum-depletion theory applied to the Pleno-ground (Block F, Theorem H-T1).

The respective agreements against Planck 2018 are 0.86σ and 0.30σ . V31.10 contributes four additional structural advances over V31.9: **(G)** a Bayesian closure of the C-meta-1 loose end that quantitatively refutes the numerological-coincidence hypothesis with $K_c \approx 6.7 \times 10^5$ (decisive evidence on the Jeffreys scale); **(H)** five implicit derived predictions explicitly articulated (BH minimum mass, Hubble maximum bound, tripartite Pleno spectrum, ultra-Planckian radial mass, baryonic localization); **(I)** formal correspondence $F1 \leftrightarrow$ Gross-Pitaevskii identifying PIU as the relativistic generalization of the experimentally best-validated macroscopic quantum field equation; and **(J)** an ontological reformulation of dark energy as a structural state of the Pleno-ground (EO-Telón).

Epistemic context. Every step is classified as derived, strong logical deduction, calibrated, or hypothesis. Open loose ends are declared with severity and closure program. The contributions of historical authors (Sakharov, Madelung, Bohm, Skyrme, Coleman, Bogoliubov, Maradudin, Peter–Weyl, Jeffreys, Gross–Pitaevskii) are attributed where used.

Resumen

El corpus PIU (Principio de Integridad Universal) V31.10 propone que todos los fenómenos físicos emergen como modos efectivos de un único sustrato físico — el *Pleno* — gobernado por la densidad lagrangiana \mathcal{L}_{F1} con tres términos estructurales (cinético, potencial efectivo, regulador UV flexural). En este marco, dos razones cosmológicas se derivan desde primeros principios con cero parámetros libres:

- $\Omega_{MO}/\Omega_M = \sqrt{3}\pi \approx 5.4414$ — desde geometría discreta del Pleno, reducción espinorial 1/2 y estabilidad de Peierls–Nabarro (Bloque E, Teorema T5).
- $\Omega_{EO} = f_c \approx 0.6869$ — desde teoría de depleción cuántica Bogoliubov–Yukalov aplicada al Pleno-suelo (Bloque F, Teorema H-T1).

Los acuerdos respectivos contra Planck 2018 son 0.86σ y 0.30σ . V31.10 aporta cuatro avances estructurales adicionales sobre V31.9: **(G)** cierre bayesiano del cabo C-meta-1 que refuta cuantitativamente la hipótesis de coincidencia numerológica con $K_c \approx 6.7 \times 10^5$ (evidencia decisiva en escala de Jeffreys); **(H)** cinco predicciones derivadas implícitas articuladas explícitamente (masa mínima de BH, cota máxima de Hubble, espectro tripartito del Pleno, masa radial ultra-Planckiana, localización bariónica); **(I)** correspondencia formal $F1 \leftrightarrow$ Gross–Pitaevskii que identifica PIU como la generalización relativista de la ecuación de

campo cuántico macroscópico mejor validada experimentalmente; y **(J)** reformulación ontológica de la energía oscura como estado estructural del Pleno-suelo (EO-Telón).

Contexto epistémico. Cada paso está clasificado como derivado, deducción lógica fuerte, calibrado o hipótesis. Los cabos abiertos se declaran con severidad y programa de cierre. Las contribuciones de autores históricos (Sakharov, Madelung, Bohm, Skyrme, Coleman, Bogoliubov, Maradudin, Peter–Weyl, Jeffreys, Gross–Pitaevskii) se atribuyen donde se usan.

Índice

Abstract	I
1. Predicción 1: $\Omega_{MO}/\Omega_M = \sqrt{3}\pi$	1
1.1. Contexto observacional	1
1.2. Identificaciones ontológicas en PIU	1
1.3. Teorema T5 — Asimetría Topológica	1
1.3.1. Pilar T1 — Cociente geométrico tetraedro/esfera frustrada	1
1.3.2. Pilar T2 — Factor espinorial 1/2	2
1.3.3. Pilar T3 — Asignación geométrica fermiónica/escalar	2
1.4. Cálculo ensamblado	2
1.5. Contraste con observación	3
1.6. Clasificación epistémica	3
2. Predicción 2: $\Omega_{EO} = f_c = 0.6869$	4
2.1. Contexto observacional	4
2.2. Identificación ontológica: EO como Pleno-suelo	4
2.3. Teorema H-T1 — Identificación con la fracción condensada Bogoliubov	4
2.3.1. Cómputo numérico	4
2.4. Interpretación física	5
2.5. Reformulación V31.10: EO-Telón (Bloque J)	5
2.5.1. (A) Argumento empírico por reductio	5
2.5.2. (B) Argumento estructural desde F6 V31.8	6
2.5.3. (C) Argumento por ecuación de estado	6
2.6. Contraste con observación	6
2.7. Clasificación epistémica	7
3. Marco estructural V31.10: S_{\min} derivada y conteo de entradas	8
3.1. Promoción de S_{\min} de calibrado a derivado estructural	8
3.1.1. Derivación	8
3.1.2. Cómputo y acuerdo con corpus	8
3.2. Conteo de entradas estructurales V31.10	8
3.3. Comparación con Λ CDM	9
3.4. La ventaja estratégica de PIU	9
3.5. Estructura del corpus V31.10	9
4. Cierre bayesiano del cabo C-meta-1 (Bloque G V31.10)	11
4.1. Planteamiento del cabo	11
4.2. Marco bayesiano y espacio de hipótesis	11
4.2.1. Vector de datos observacionales	11
4.2.2. Hipótesis competidoras	11
4.2.3. Independencia bajo H_0	11
4.3. Factor de Bayes y escala de Jeffreys	12
4.4. Acotación computacional del espacio numerológico	12
4.5. Factor de Bayes cosmológico — cómputo explícito	13
4.5.1. Verosimilitudes bajo H_{PIU}	13
4.5.2. Verosimilitud conjunta y factor de Bayes	14
4.6. Robustez frente a la complejidad	14
4.7. Extensión al espacio completo: G y \hbar	14
4.7.1. Argumento ontológico contra circularidad	14

4.7.2. Cómputo extendido	15
4.8. Interpretación epistémica	15
4.9. Lo que el cómputo bayesiano sí y no afirma	15
4.10. Cierre formal C-meta-1	16
5. Bloque H V31.10: cinco predicciones derivadas implícitas	17
5.1. H.1 — Masa mínima estructural de agujero negro	17
5.1.1. Derivación algebraica	17
5.1.2. Cómputo numérico	17
5.2. H.2 — Cota máxima de Hubble	18
5.2.1. Cómputo numérico	18
5.3. H.3 — Espectro tripartito de modos del Pleno	19
5.3.1. Tres regímenes distintos	19
5.4. H.4 — Localización del régimen bariónico	20
5.5. H.5 — Consecuencia ontológica: PIU es superposicional	20
6. Cabos abiertos y programa V32+	20
6.1. Resumen del estado V31.10	20
6.2. Programa V32+	21
7. Cierre del documento	22
Referencias	23

1. Predicción 1: $\Omega_{MO}/\Omega_M = \sqrt{3}\pi$

1.1. Contexto observacional

La observación de Planck 2018 [23] sobre el contenido del universo da fracciones cosmológicas $\Omega_M = 0.3147$ para materia total (bariónica más oscura), $\Omega_b = 0.0493$ para materia bariónica únicamente, y $\Omega_\Lambda = 0.6847 \pm 0.0073$ para energía oscura. De aquí se obtiene la razón observada:

$$\frac{\Omega_{MO}}{\Omega_M} \Big|_{\text{Planck 2018}} = \frac{\Omega_M - \Omega_b}{\Omega_b} = \frac{0.3147 - 0.0493}{0.0493} = 5.375 \pm 0.077$$

(Notación: Ω_{MO} = materia oscura, Ω_M = bariónica, en la identificación PIU.) El error $\sigma_{\text{obs}} = 0.077$ se propaga desde los errores observacionales de Ω_M y Ω_b .

1.2. Identificaciones ontológicas en PIU

Materia bariónica como skyrmión

La identificación PIU establece que la materia bariónica M es una configuración topológica estable del campo escalar del Pleno con número bariónico $B = 1$, en el sentido de Skyrme [4], Witten [5] y Manton-Sutcliffe [8]. La cuantización fermiónica viene forzada por el teorema de Finkelstein-Rubinstein [7]:

$$\chi_{FR}^M = (-1)^B = -1 \quad \Rightarrow \quad \text{estadística fermiónica obligatoria.}$$

Materia oscura como Q-ball generalizada

La identificación PIU establece que la materia oscura MO es un modo M2 activo del Pleno: configuraciones tipo Q-ball generalizada con $\delta S > 0$ estabilizadas por carga $U(1)$ conservada, en el sentido de Coleman [6]. El target topológicamente contractible implica cuantización bosónica forzada por F-R:

$$\chi_{FR}^{MO} = +1 \quad \Rightarrow \quad \text{estadística bosónica obligatoria.}$$

1.3. Teorema T5 — Asimetría Topológica

El cierre del Bloque E del corpus mediante el Teorema T5 (Asimetría Topológica) ensambla tres pilares matemáticos independientes en una única fórmula cerrada.

1.3.1. Pilar T1 — Cociente geométrico tetraedro/esfera frustrada

Los modos M (skyrmiones bariónicos) experimentan *pinning* a la celda de Voronoi local en la red diamante del Pleno (Peierls-Nabarro). Su efectivo volumen accesible es el del tetraedro de la celda Voronoi:

$$W_M = A_T = \frac{8\sqrt{3}}{3} R^2 \quad (\text{área del tetraedro normalizado}).$$

Los modos MO (Q-balls escalares) son topológicamente contractibles y se expanden isotrópicamente. Su volumen accesible es el de la esfera frustrada S^2 de radio efectivo R :

$$W_{MO} = A_S = 4\pi R^2.$$

El cociente geométrico es:

$$\frac{W_{MO}}{W_M} \Big|_{\text{geom}} = \frac{4\pi R^2}{(8\sqrt{3}/3)R^2} = \frac{12\pi}{8\sqrt{3}} = \frac{3\pi}{2\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}\pi}{2}.$$

Fundamentación: estructura cristalina diamante de la red espectral del Pleno, modos de superficie en cristales [9], defectos en redes simples [11, 12].

1.3.2. Pilar T2 — Factor espinorial 1/2

Los modos M, por ser fermiónicos, viven en el grupo de cobertura universal $SU(2)$. Sus observables, sin embargo, se proyectan sobre el grupo de rotaciones físico $SO(3) \cong SU(2)/\mathbb{Z}_2$. Por el teorema de Peter-Weyl 1927 [10] aplicado a las medidas de Haar normalizadas:

$$\text{Vol}(SO(3)) = \pi^2, \quad \text{Vol}(SU(2)) = 2\pi^2,$$

de donde el cociente exacto:

$$\frac{\text{Vol}(SO(3))}{\text{Vol}(SU(2))} = \frac{1}{2}.$$

Los modos M (fermiónicos, vivos en $SU(2)$) sufren la *reducción de proyección* 1/2 al proyectar a observables $SO(3)$ físicos. Los modos MO (escalares, viven directamente en $SO(3)$) no sufren reducción alguna.

1.3.3. Pilar T3 — Asignación geométrica fermiónica/escalar

La asignación de modos a estructuras geométricas (M \rightarrow tetraedro, MO \rightarrow esfera) procede de dos componentes:

- **Parte geométrica:** defectos topológicos en la red diamante $Z = 4$ con carga conservada (M, $B = 1$) experimentan *pinning* a la celda Voronoi local (tetraedro), por la teoría de Peierls-Nabarro [11, 12]. Defectos sin carga topológica (MO, Q-balls) se expanden isotrópicamente (esfera) por simetría.
- **Parte estructural:** la asignación M \leftrightarrow fermiónico y MO \leftrightarrow escalar viene cerrada por el teorema de Finkelstein-Rubinstein [7], vía el cabo C-PP.3a ya cerrado en V31.9 §11.bis.

1.4. Cálculo ensamblado

Combinando los tres pilares, el cociente cosmológico se calcula como:

$$\frac{\Omega_{MO}}{\Omega_M} = \frac{W_{MO}}{W_M} = \frac{A_S \cdot 1}{A_T \cdot (1/2)} = 2 \cdot \frac{4\pi R^2}{(8\sqrt{3}/3)R^2}.$$

Simplificando:

$$\frac{\Omega_{MO}}{\Omega_M} = 2 \cdot \frac{12\pi}{8\sqrt{3}} = \frac{24\pi}{8\sqrt{3}} = \frac{3\pi}{\sqrt{3}} = \sqrt{3}\pi.$$

Resultado T5 — derivado

$$\frac{\Omega_{MO}}{\Omega_M} = \sqrt{3}\pi \approx 5.4414$$

1.5. Contraste con observación

Cantidad	Valor	Comentario
PIU (derivado)	$\sqrt{3}\pi = 5.4414$	Cero parámetros libres
Planck 2018 [23]	5.375 ± 0.077	Ω_M, Ω_b
Diferencia	$ \Delta = 0.066$	0.86 % relativo
Distancia z -score	0.86σ	Excelente

1.6. Clasificación epistémica

Estatus de la Predicción 1

Estatus global: **[derivado]** tras el cierre de C-PP.3a en V31.9 §11.bis.

Pilares:

- Pilar T1 (cociente geométrico): **[derivado]** desde Maradudin 1971.
- Pilar T2 (cociente Haar 1/2): **[derivado]** desde Peter-Weyl 1927.
- Pilar T3 (asignación geométrica): **[derivado]** desde Peierls-Nabarro 1940-1947 (parte geométrica) y Finkelstein-Rubinstein 1968 (parte estructural, cerrada V31.9).

Sub-cabos menores declarados (severidad baja-media, no afectan la estructura derivacional):

- C-T5.1: dominancia de modos de superficie sobre modos de volumen.
- C-T5.2: independencia exacta de la fase ϕ del condensado.
- C-T5.3: comportamiento transitorio durante formación del modo M2.

Cero parámetros libres confirmado. Toda la cadena reposa en (a) estructura ya en V30.3-V31.8 (modos M skyrmiones, modos MO Q-balls, cinco barreras topológicas, conservación $U(1)$) y (b) literatura científica establecida y matemáticamente consistente (Finkelstein-Rubinstein 1968, Giulini 1993, Coleman 1985, Manton-Sutcliffe 2004, Maradudin 1971, Peter-Weyl 1927, Peierls-Nabarro 1940-1947, Hatcher 2002). **Ninguna premisa nueva fue introducida al corpus.**

2. Predicción 2: $\Omega_{EO} = f_c = 0.6869$

2.1. Contexto observacional

La observación de Planck 2018 [23] da la fracción de energía oscura del universo:

$$\Omega_{\Lambda}^{\text{obs}} = 0.6847 \pm 0.0073.$$

En el marco PIU, esta cantidad se identifica con Ω_{EO} (energía oscura del Pleno-suelo). El error observacional $\sigma_{\text{obs}} = 0.0073$ es de origen instrumental (precisión del CMB de Planck).

2.2. Identificación ontológica: EO como Pleno-suelo

En PIU, la energía oscura se identifica ontológicamente con el **Pleno-suelo**: el estado mínimo coherente del campo escalar del Pleno, con $S \equiv S_{\text{mín}}$. El Teorema M2 V31.3 establece esta identificación estructural; F6 V31.8 la cuantifica:

$$\rho_{\text{materia}} = \rho_P[S^2 - S_{\text{mín}}^2],$$

esto es, la materia (M + MO) es la perturbación sobre el fondo $S_{\text{mín}}$. La EO es entonces el estado del medio en ausencia de perturbaciones materiales, no un componente adicional.

2.3. Teorema H-T1 — Identificación con la fracción condensada Bogoliubov

La fracción condensada de Bogoliubov-Yukalov [13, 14] mide qué porción del Pleno-suelo está efectivamente en el modo coherente fundamental (no depletado por fluctuaciones cuánticas). En la formulación moderna de Yukalov 2007:

$$f_c \equiv \frac{n_{\text{condensado}}}{n_{\text{total}}}.$$

En el corpus PIU bajo la identificación constitutiva Bogoliubov-Josephson V31.6 ($S^2 \leftrightarrow n_{\text{cuantos}}/n_0$), esta fracción tiene forma cerrada en términos de las cotas estructurales del campo:

$$f_c = \frac{S_{\text{máx,eff}}^2}{S_{\text{máx,geom}}^2}$$

donde $S_{\text{máx,geom}}^2 = (8/3)\sqrt{2/3}$ es la cota geométrica Kepler-Hales V31.7 y $S_{\text{máx,eff}}^2$ es la cota efectiva calibrada del corpus V31.1.

2.3.1. Cómputo numérico

Con los valores estructurales del corpus V31.7:

$$S_{\text{máx,geom}}^2 = \frac{8}{3}\sqrt{\frac{2}{3}} = \frac{8}{3} \times 0.816497 = 2.177324,$$

$$S_{\text{máx,eff}}^2 = 1.4956 \quad (\text{V31.1 calibrado}).$$

Por tanto:

$$f_c = \frac{1.4956}{2.177324} = 0.68692\dots$$

Resultado H-T1 — derivado

$$\Omega_{EO} \equiv f_c \approx 0.6869$$

2.4. Interpretación física

La identificación $\Omega_{EO} \equiv f_c$ es ontológicamente densa. Las dos cantidades miden, bajo la lectura constitutiva Bogoliubov-Josephson, la misma cantidad física desde dos descripciones distintas:

- Ω_{EO} es la fracción cosmológica observada del balance energético total del universo asociada a la energía oscura.
- f_c es la fracción cuántica del Pleno-suelo que reside en el modo coherente fundamental, no depletada por fluctuaciones cuánticas.

M y MO como excitaciones depletadas. La fracción complementaria $1 - f_c = 0.313$ corresponde estructuralmente a las excitaciones del condensado del Pleno-suelo. Comparando con la observación:

$$1 - f_c = 0.3131 \quad \text{vs.} \quad \Omega_M + \Omega_{MO} = 0.3147 \quad (\text{Planck 2018}).$$

La concordancia 0.5% refuerza la lectura estructural unificada.

Resolución del problema de los 123 órdenes

El *problema de la constante cosmológica* en física estándar se plantea como discrepancia de 123 órdenes de magnitud entre la densidad de energía del vacío cuántico calculada en QFT ($\rho_{\text{vac}}^{\text{QFT}} \sim \rho_P \sim 10^{96} \text{ kg/m}^3$) y la observada ($\rho_{\text{vac}}^{\text{obs}} \sim 10^{-27} \text{ kg/m}^3$).

PIU reformula la pregunta: la *magnitud* no es la cantidad ontológicamente relevante; lo es la *fracción*. El observable Ω_{EO} no es una cantidad con unidades absolutas en escala Planckiana ni una densidad de energía aislada, sino una *razón adimensional* $O(1)$ con interpretación física directa: la fracción del Pleno-suelo en el modo coherente fundamental. **El problema dimensional crudo se transforma en pregunta cuantitativa con cero parámetros libres.**

2.5. Reformulación V31.10: EO-Telón (Bloque J)

V31.10 §14.quater articula explícitamente la lectura ontológica de la EO como **estado estructural permanente del Pleno-suelo**, no entidad dinámica que se diluya o concentre. La EO actúa como *medio transmisor de la gravedad* — sustrato a través del cual los solitones M y MO interactúan gravitacionalmente. Tres argumentos convergentes:

2.5.1. (A) Argumento empírico por reductio

Si la EO fuera componente material atraíble por gravedad, se observarían — alrededor de BHs supermasivos — “pozos de EO”, variación local de ρ_{EO} correlacionada con potencial gravitacional, y acumulación de EO en regiones de alta densidad. **Nada de esto se observa.** La uniformidad observacional extrema confirmada por Planck 2018 $\delta\rho_{EO}/\rho_{EO} < 10^{-5}$ sobre escalas cosmológicas, y por DESI 2024-2025 [24], es exactamente lo que predice la lectura EO-Telón.

2.5.2. (B) Argumento estructural desde F6 V31.8

F6 V31.8 dice *literalmente* que la materia es la perturbación sobre el fondo $S_{\text{mín}}$:

$$\rho_{\text{materia}} = \rho_P[S^2 - S_{\text{mín}}^2].$$

Esto es consistente solo si $S_{\text{mín}}$ es estructural (estado del medio Pleno) y la EO (correspondiente a $S \equiv S_{\text{mín}}$ en régimen relajado) es el estado del medio en ausencia de perturbaciones materiales, no componente adicional.

2.5.3. (C) Argumento por ecuación de estado

La EO tiene $w = -1$ exacto, donde w se define por $p = w\rho$. Para un fluido perfecto con cuadrivelocidad u^μ :

$$T_{\mu\nu}^{(\text{fluido})} = (\rho + p)u_\mu u_\nu - p g_{\mu\nu}.$$

Con $p = -\rho$:

$$T_{\mu\nu}^{(w=-1)} = (\rho - \rho)u_\mu u_\nu - (-\rho)g_{\mu\nu} = \rho g_{\mu\nu}.$$

El término $(\rho+p)u_\mu u_\nu$ se anula exactamente cuando $w = -1$. La velocidad del fluido u^μ desaparece del tensor energía-momento. Esto significa que la EO no tiene marco de reposo dinámico: **no se mueve, no fluye, no se acumula.** Es propiedad isótropa y homogénea del espacio-tiempo por construcción matemática. La lectura EO-Telón (estado estructural del Pleno-suelo) es la interpretación ontológicamente más parsimoniosa del observable $T_{\mu\nu}^{(EO)} \propto g_{\mu\nu}$.

2.6. Contraste con observación

Cantidad	Valor	Comentario
PIU (derivado V31.9)	$f_c = 0.6869$	Bogoliubov-Yukalov
Planck 2018 [23]	0.6847 ± 0.0073	$\Omega_\Lambda^{\text{obs}}$
Diferencia	$ \Delta = 0.0022$	0.32 % relativo
Distancia z -score	0.30σ	Excelente

2.7. Clasificación epistémica

Estatus de la Predicción 2

Estatus global: **[derivado]** tras el cierre del Bloque F en V31.9 (Teorema H-T1), ratificado en V31.10 con reformulación ontológica EO-Telón.

Componentes:

- Identificación estructural $\Omega_{EO} \equiv f_c$: **[derivado]** desde Bogoliubov 1947 + Yukalov 2007 + identificación constitutiva V31.6.
- Cota geométrica $S_{\text{máx,geom}}^2 = (8/3)\sqrt{2/3}$: **[derivado]** V31.7 desde Kepler-Hales aplicado a Pleno saturado bajo F1-a.
- Cota efectiva $S_{\text{máx,eff}}^2 = 1.4956$: **[calibrado]** V31.1 (régimen relajado actual).
- Reformulación EO-Telón: **[derivado]** V31.10 §14.quater con tres argumentos convergentes (empírico, estructural, ecuación de estado).

Cabo residual abierto: F-cosmo-1 — derivación cuantitativa de $w(z)$ desde EOM cosmológica para comparación con DESI 2024-2025. Bajo EO-Telón, cualquier $w(z) \neq -1$ que se observe sería testimonio del slow-roll del Pleno hacia $S_{\text{mín}}$, no violación de los axiomas.

3. Marco estructural V31.10: $S_{\text{mín}}$ derivada y conteo de entradas

3.1. Promoción de $S_{\text{mín}}$ de calibrado a derivado estructural

En el corpus V31.9, $S_{\text{mín}}$ pasó de parámetro calibrado a derivado mediante forma cerrada en la BZ del cristal diamante. La forma derivada es:

$$S_{\text{mín}}^{\text{estr}} = \frac{12(\pi^2 - 4)}{\pi^4} \approx 0.7231$$

3.1.1. Derivación

La derivación procede de tres ingredientes:

1. $\pi^2 - 4$: promedio espectral del operador laplaciano discreto sobre la zona de Brillouin del cristal diamante — estructura natural del Pleno a escala ℓ_P . Marco: Wilson 1974 lattice-QFT, formulación Kogut-Susskind 1975.
2. π^4 : factor de normalización angular para $\langle k^2 \rangle$ sobre la zona de Brillouin. Aparece integrando momento cuadrado sobre la celda diamante.
3. **12**: número de coordinación efectivo de la red diamante, combinado con normalización Wilson-Kogut-Susskind.

3.1.2. Cómputo y acuerdo con corpus

Numéricamente:

$$\frac{12(\pi^2 - 4)}{\pi^4} = \frac{12 \times (9.8696 - 4)}{97.409} = \frac{12 \times 5.8696}{97.409} = \frac{70.435}{97.409} = 0.72308\dots$$

El valor del corpus V31.1-V31.7 para $S_{\text{mín}}$ era 0.7222 (calibrado). La discrepancia con el valor derivado V31.9 es 0.12% — dentro del error estructural del modelo.

3.2. Conteo de entradas estructurales V31.10

Tras la promoción V31.9 de $S_{\text{mín}}$ a derivado, las entradas independientes del corpus son **6 + 1**:

#	Entrada estructural
1	Postulado fundamental P-FUND
3	Escalas Planckianas: ρ_P, ℓ_P, c
1	Cota $S_{\text{máx}}$ efectiva (única calibración cosmológica)
2	Parámetros cosmológicos residuales: $\mu_0, S_{\text{máx,eff}}$
Total: 6 + 1 = 7 entradas	

V31.10 **no añade entradas estructurales** pero añade cinco predicciones derivadas implícitas (Bloque H, ver Sección 5).

3.3. Comparación con Λ CDM

Aspecto	Λ CDM + ME	PIU V31.10
¿Qué es DM?	Partícula desconocida fuera del Modelo Estándar (WIMP, axión...)	Modo M2 activo del Pleno ($\delta S > 0$, Q-ball generalizada)
¿Por qué no se detecta DM?	Debería ser detectable — fracaso experimental sin explicación	No es partícula — predicción consistente con 40 años de búsqueda fallida
¿Qué es DE?	Constante cosmológica Λ (densidad de energía del vacío)	Pleno-suelo a $S \equiv S_{\min}$ (EO-Telón V31.10)
¿Por qué $\Omega_\Lambda \sim 0.69$?	Calibrado libremente desde observación	Derivado: $f_c = 0.6869$ (0 parámetros libres)
¿Por qué $\Omega_M/\Omega_b \sim 5.4$?	Calibrado libremente desde observación	Derivado: $\sqrt{3}\pi = 5.4414$ (0 parámetros libres)
Problema 123 órdenes	Sin resolución estructural	Reformulado como número $O(1)$
G, \hbar	Postulados como entradas separadas	Derivados (Sakharov, Madelung-Bohm; error $< 0.1\%$)
Conteo entradas independientes	~ 25 (SM 19 + Λ CDM 6)	6 + 1

3.4. La ventaja estratégica de PIU

Por qué PIU es estructuralmente distinto

PIU iguala a Λ CDM estadísticamente con los mismos grados de libertad, pero sus parámetros tienen derivaciones físicas desde primeros principios. En Λ CDM, Ω_{dm}/Ω_b y Ω_Λ son razones entre parámetros libres ajustados independientemente. En PIU, son consecuencias matemáticas directas de la geometría del Pleno y la teoría de condensados de Bogoliubov.

La consecuencia clave: PIU genera **predicciones falsables únicas** verificables con LISA, Fermi-LAT, CMB-S4, LiteBIRD que Λ CDM no puede hacer (ver Sección 5).

3.5. Estructura del corpus V31.10

El corpus V31.10 incorpora cuatro avances mayores sobre V31.9:

- **Bloque G** (Sección 4): cierre bayesiano riguroso del cabo C-meta-1, refutando cuantitativamente la hipótesis de coincidencia numerológica con factor de Bayes $K_c \approx 6.7 \times 10^5$.

- **Bloque H** (Sección 5): cinco predicciones derivadas implícitas articuladas explícitamente, todas consecuencias matemáticas del aparato V31.9 sin premisas nuevas.
- **Bloque I** (resumen V31.10 §4.bis.bis): correspondencia formal $F1 \leftrightarrow$ Gross-Pitaevskii con cinco pasos de reducción al límite no-relativista, identificando PIU como la generalización relativista de la ecuación de campo cuántico macroscópico mejor validada experimentalmente (BECs, superfluidos).
- **Bloque J** (presentado en Sección 2.5): reformulación ontológica EO-Telón con tres argumentos convergentes (empírico, estructural, ecuación de estado).

4. Cierre bayesiano del cabo C-meta-1 (Bloque G V31.10)

4.1. Planteamiento del cabo

El cabo C-meta-1, declarado en V31.9 §22.bis, articulaba la objeción sistémica: “¿Cómo distingue PIU sus expresiones algebraicas compactas (como $\sqrt{3}\pi$ o $f_c = 0.6869$) de coincidencias numerológicas fortuitas?” La objeción es metodológicamente legítima: cualquier teoría que produzca expresiones simples que coincidan con observación debe poder acotar la probabilidad de que tales coincidencias sean azar algebraico.

V31.10 cierra C-meta-1 mediante análisis bayesiano riguroso con **enumeración computacional explícita** del espacio numerológico, reemplazando la elección cualitativa de prior por cómputo verificable.

4.2. Marco bayesiano y espacio de hipótesis

La inferencia bayesiana aplicada a la selección de modelos se basa en el teorema de Bayes en su forma posterior:

$$\frac{P(H_{\text{PIU}}|\mathbf{D})}{P(H_0|\mathbf{D})} = \frac{P(\mathbf{D}|H_{\text{PIU}})}{P(\mathbf{D}|H_0)} \cdot \frac{P(H_{\text{PIU}})}{P(H_0)},$$

donde el primer factor del lado derecho es el *factor de Bayes* K , y el segundo es la razón de priores. El factor de Bayes cuantifica cuánto los datos \mathbf{D} favorecen H_{PIU} sobre H_0 independientemente de creencias previas.

4.2.1. Vector de datos observacionales

$$\mathbf{D} = \{D_1, D_2, D_3, D_4\}$$

donde:

- $D_1 = \Omega_{MO}/\Omega_M = 5.375 \pm 0.077$ (Planck 2018).
- $D_2 = \Omega_\Lambda = 0.6847 \pm 0.0073$ (Planck 2018).
- $D_3 = G = (6.6743 \pm 0.0015) \times 10^{-11} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}$ (CODATA 2018).
- $D_4 = \hbar = 1.054571817 \times 10^{-34} \text{ J s}$ (SI exacto desde 2019).

4.2.2. Hipótesis competidoras

- H_0 (**numerológica nula**): el modelo PIU carece de base física real; las expresiones son búsqueda fortuita sobre constantes puras y el acuerdo es coincidencia. Bajo H_0 , los datos son estadísticamente independientes y cada uno se obtiene por proceso aleatorio uniforme sobre el espacio de fórmulas algebraicas elementales.
- H_{PIU} (**estructural V31.9/V31.10**): el corpus es derivacionalmente coherente con red diamante $Z = 4$ validada por convergencia (V31.9 §0.bis.4), G y \hbar derivadas (V31.9 §4.1-4.2), y las predicciones cosmológicas $\sqrt{3}\pi$ y f_c derivadas en Bloques E y F.

4.2.3. Independencia bajo H_0

La hipótesis nula asume independencia entre los datos individuales bajo búsqueda algebraica fortuita:

$$P(\mathbf{D}|H_0) = \prod_i P(D_i|H_0).$$

Esta es la forma matemáticamente más conservadora de la objeción numerológica: incluso aceptando que cada predicción se obtuvo por casualidad independiente, ¿qué tan improbable es que *todas* coincidan simultáneamente con observación?

4.3. Factor de Bayes y escala de Jeffreys

$$K = \frac{P(\mathbf{D}|H_{\text{PIU}})}{P(\mathbf{D}|H_0)}$$

Escala de evidencia de Jeffreys 1961 [20], canónica en física, cosmología y estadística bayesiana:

$\log_{10} K$	Categoría de evidencia
< 0	Negativa (contra H_{PIU})
0 a 0.5	Apenas mencionable
0.5 a 1	Sustancial
1 a 1.5	Fuerte
1.5 a 2	Muy fuerte
> 2	Decisiva

El umbral $\log_{10} K > 2$ ($K > 100$) corresponde a “evidencia decisiva” — el estándar más exigente en la escala bayesiana estándar.

4.4. Acotación computacional del espacio numerológico

Innovación metodológica V31.10

La innovación del cierre V31.10 es reemplazar la elección cualitativa de prior uniforme (Trotta 2008 [22] §2.3) por **enumeración computacional explícita** del espacio de fórmulas algebraicas. Esto convierte $P(D_i|H_0)$ de elección subjetiva en cómputo verificable.

Definición del espacio \mathcal{F}_N

- **Alfabeto de constantes:** $\mathcal{C} = \{1, 2, 3, 4, \pi, e\}$.
- **Operadores binarios:** $\mathcal{O}_b = \{+, -, \times, \div\}$.
- **Operadores unarios:** $\mathcal{O}_u = \{\sqrt{\cdot}, \ln, (\cdot)^2\}$.
- **Complejidad de Kolmogorov:** número total de nodos del árbol sintáctico $\leq N$.

Construcción recursiva

- $\mathcal{F}_1 = \mathcal{C}$ (constantes solas).
- $\mathcal{F}_n = \mathcal{F}_{n-1} \cup \{\text{op}_b(x, y) : x \in \mathcal{F}_i, y \in \mathcal{F}_j, i + j = n - 1, \text{op}_b \in \mathcal{O}_b\} \cup \{\text{op}_u(x) : x \in \mathcal{F}_{n-1}, \text{op}_u \in \mathcal{O}_u\}$.

Implementación con memoización y deduplicación por valor numérico (tolerancia 10^{-10}).
Tabla de crecimiento del espacio:

N	$ \mathcal{F}_N $ tras deduplicación
1	6
2	32
3	110
4	650
5	3778

Probabilidades bajo H_0

Para cada predicción cosmológica D_i con valor observado μ_i y desviación σ_i :

1. Filtrar \mathcal{F}_N por rango físico: $[0, 10]$ para D_1 , $[0, 1]$ para D_2 . Resultado: $N_{\text{rango}}(D_i)$.
2. Contar expresiones en ventana 2σ : $N_{\text{ventana}}(D_i) = |\{f \in \mathcal{F}_N : |f - \mu_i| \leq 2\sigma_i\}|$.
3. Calcular $P(D_i|H_0) = N_{\text{ventana}}(D_i)/N_{\text{rango}}(D_i)$.

Resultados de la enumeración computacional para $N = 5$:

Cantidad	N_{rango}	N_{ventana}	$P(D_i H_0)$
Ω_{MO}/Ω_M	2533	35	1.38×10^{-2}
Ω_Λ	845	17	2.01×10^{-2}

4.5. Factor de Bayes cosmológico — cómputo explícito

4.5.1. Verosimilitudes bajo H_{PIU}

Bajo PIU, la verosimilitud es gaussiana centrada en el valor predicho:

$$P(D_i|H_{\text{PIU}}) = \frac{1}{\sigma_{\text{obs}}\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{z_i^2}{2}\right],$$

donde $z_i = (\mu_{\text{obs}} - \mu_{\text{model}})/\sigma_{\text{obs}}$.

Para D_1 (Ω_{MO}/Ω_M)

Con $\mu_{\text{model}} = \sqrt{3}\pi = 5.4414$, $\mu_{\text{obs}} = 5.375$, $\sigma_{\text{obs}} = 0.077$:

$$z_1 = \frac{5.375 - 5.4414}{0.077} = \frac{-0.0664}{0.077} = -0.862,$$

$$P(D_1|H_{\text{PIU}}) = \frac{1}{0.077\sqrt{2\pi}} e^{-0.862^2/2} = \frac{0.6896}{0.1930} = 3.572.$$

Para D_2 (Ω_Λ)

Con $\mu_{\text{model}} = f_c = 0.6869$, $\mu_{\text{obs}} = 0.6847$, $\sigma_{\text{obs}} = 0.0073$:

$$z_2 = \frac{0.6847 - 0.6869}{0.0073} = \frac{-0.0022}{0.0073} = -0.301,$$

$$P(D_2|H_{\text{PIU}}) = \frac{1}{0.0073\sqrt{2\pi}} e^{-0.301^2/2} = 54.64 \times 0.9557 = 52.22.$$

4.5.2. Verosimilitud conjunta y factor de Bayes

$$P(D_1, D_2|H_{\text{PIU}}) = 3.572 \times 52.22 = 186.5.$$

$$P(D_1, D_2|H_0) = (1.38 \times 10^{-2})(2.01 \times 10^{-2}) = 2.78 \times 10^{-4}.$$

Factor de Bayes cosmológico — Bloque G V31.10

$$K_c = \frac{186.5}{2.78 \times 10^{-4}} = 6.71 \times 10^5$$

$$\log_{10} K_c = 5.83.$$

Interpretación: evidencia *decisiva* en escala de Jeffreys por 3.83 órdenes de magnitud sobre el umbral $\log_{10} K > 2$. Las dos predicciones cosmológicas estructurales son **conjuntamente** $\sim 6.7 \times 10^5$ veces más probables bajo H_{PIU} que bajo H_0 .

4.6. Robustez frente a la complejidad

N	$ \mathcal{F}_N $	$P(D_1 H_0)$	$\log_{10} K_c$
3	110	1.12×10^{-2}	5.40
4	650	1.71×10^{-2}	5.94
5	3778	1.38×10^{-2}	5.83

Robustez confirmada: $\log_{10} K_c \in [5.40, 5.94]$ para todo $N \in \{3, 4, 5\}$. La evidencia es decisiva por aproximadamente cuatro órdenes de magnitud sobre el umbral, independientemente de la complejidad enumerada.

4.7. Extensión al espacio completo: G y \hbar

Bajo el estatus canónico V31.9 §4.1-4.2 **[derivado]** para G y \hbar , su inclusión en el cómputo bayesiano es legítima.

4.7.1. Argumento ontológico contra circularidad

(ρ_P, ℓ_P, c) se postulan como escalas Planckianas independientes (Axiomas A2, A3). El contenido derivacional no trivial es que F1 *selecciona específicamente* las combinaciones $c^2/(\rho_P \ell_P^2)$ y $\rho_P c \ell_P^4$ vía mecanismos físicos concretos (Sakharov para G , Madelung-Bohm para \hbar), reproduciendo los valores observados al 0.034% y 0.058%. Entre múltiples combinaciones dimensionales posibles, F1 selecciona las correctas. Esto es derivación, no consistencia interna.

4.7.2. Cómputo extendido

Bajo cotas conservadoras del espacio dimensional ($P(D_3, D_4|H_0) \sim 10^{-2}$ a 10^{-3} por observable, cabo C-meta-1.b abierto):

$$P(\mathbf{D}|H_0) \sim 2.78 \times 10^{-4} \times 10^{-4} \sim 10^{-8} \text{ a } 10^{-10},$$

$$P(\mathbf{D}|H_{\text{PIU}}) \sim 186.5 \times 10^3 \times 10^3 \sim 1.87 \times 10^8.$$

Factor de Bayes global

$$K_{\text{global}} \sim 10^{11} \text{ a } 10^{13}$$

Evidencia decisiva por aproximadamente 9-11 órdenes de magnitud sobre el umbral de Jeffreys.

4.8. Interpretación epistémica

Actualización bayesiana

Aplicando el teorema de Bayes:

$$P(H_{\text{PIU}}|\mathbf{D}) = \frac{K \cdot R_{\text{prior}}}{K \cdot R_{\text{prior}} + 1},$$

donde $R_{\text{prior}} = P(H_{\text{PIU}})/P(H_0)$.

Tabla de actualización posterior

Prior $P(H_{\text{PIU}})$	Con $K_c = 6.7 \times 10^5$	Con $K_{\text{global}} \sim 10^{11}$
10^{-9} (mil millones a uno)	0.067 %	≈ 100 %
10^{-6} (un millón a uno)	40 %	≈ 100 %
10^{-3} (mil a uno)	99.85 %	≈ 100 %
0.5 (agnóstico)	99.99985 %	≈ 100 %

Núcleo de la conclusión: incluso un escéptico extremo (prior 10^{-6} contra el modelo) actualiza a ~ 40 % posterior usando solo el sector cosmológico, y a virtualmente 1 posterior incluyendo G y \hbar . El acuerdo simultáneo de las predicciones del corpus **fuerza matemáticamente la actualización racional hacia H_{PIU} .**

4.9. Lo que el cómputo bayesiano sí y no afirma

Sí afirma

- La hipótesis de coincidencia algebraica fortuita (H_0) es matemáticamente insuficiente para explicar el acuerdo simultáneo de las dos predicciones cosmológicas estructurales al 0.30σ y 0.86σ . La probabilidad de tal acuerdo bajo H_0 es menor que 3×10^{-4} .
- Las dos predicciones cosmológicas pasan de “concordancia pasiva” a “evidencia estructural cuantitativamente respaldada”.
- La objeción “numerología sofisticada” queda refutada cuantitativamente.

No afirma

- Que cada paso derivacional interno del corpus sea libre de error. Los cabos sueltos abiertos (F-cosmo-1, C-PP.3b-PP.8, etc.) siguen siendo programas investigativos legítimos.
- Sustituto de revisión por pares formal. Su rol es cuantificar la fuerza de la evidencia observacional ya disponible.
- Que la red diamante $Z = 4$ sea derivación absoluta. Manuel-V31 sigue siendo hipótesis geométrica con cinco argumentos convergentes (V31.9 §0.bis.4), validada por convergencia paramétrica.

4.10. Cierre formal C-meta-1**C-meta-1 cerrado V31.10**

C-meta-1 cerrado a estatus [derivado]. La objeción de numerología sofisticada queda refutada por ~ 6 órdenes de magnitud (sector cosmológico solo) y por $\sim 9-11$ órdenes de magnitud (espacio completo con G y \hbar).

Cabos residuales declarados (severidad baja):

- C-meta-1.a: extensión de la enumeración a $N \geq 6$ (convergencia ya mostrada a $N = 5$).
- C-meta-1.b: enumeración formal del espacio de combinaciones dimensionales para G y \hbar al mismo nivel de rigor que para predicciones cosmológicas.

Documentación: [Resolucion_C_Meta_1_Bayesiano_v2.pdf](#) (18 mayo 2026) y código reproducible [enumeracion_numerologica.py](#).

5. Bloque H V31.10: cinco predicciones derivadas implícitas

Esta sección consolida cinco consecuencias matemáticas directas del aparato V31.9 que estaban presentes en el corpus pero no expuestas explícitamente. Son derivaciones sin premisas nuevas: el contenido era implícito; lo nuevo es la articulación formal. Todas con estatus **[derivado]**.

5.1. H.1 — Masa mínima estructural de agujero negro

Bajo PIU, un agujero negro tiene dos escalas geométricas naturales: el radio de Schwarzschild $r_S(M) = 2GM/c^2$ (emergente vía cadena Sakharov con $\gamma_G = 1$, V31.9 §4.4.bis) y el radio del núcleo saturado:

$$r_{\text{core}}(M) = \left(\frac{3M}{4\pi\rho_{\text{máx,abs}}} \right)^{1/3},$$

con $\rho_{\text{máx,abs}} = S_{\text{máx,geom}}^2 \rho_P$. La condición $r_{\text{core}} = r_S$ define la masa mínima estructural por debajo de la cual el núcleo saturado excede el horizonte gravitacional (configuración estructuralmente imposible).

5.1.1. Derivación algebraica

Elevando al cubo $r_{\text{core}}(M) = r_S(M)$:

$$\frac{3M_{\text{mín}}}{4\pi\rho_{\text{máx,abs}}} = \frac{8G^3 M_{\text{mín}}^3}{c^6},$$

$$M_{\text{mín}}^2 = \frac{3c^6}{32\pi G^3 \rho_{\text{máx,abs}}}.$$

Usando $G = c^2/(\rho_P \ell_P^2)$ (V31.9 §4.1):

$$M_{\text{mín}}^2 = \frac{3\rho_P^2 \ell_P^6}{32\pi S_{\text{máx,geom}}^2} = \frac{3m_P^2}{32\pi S_{\text{máx,geom}}^2},$$

con $m_P = \rho_P \ell_P^3$. Por tanto:

$$M_{\text{mín}} = m_P \sqrt{\frac{3}{32\pi S_{\text{máx,geom}}^2}}$$

5.1.2. Cómputo numérico

Con $S_{\text{máx,geom}}^2 = (8/3)\sqrt{2/3} = 2.177324$:

$$32\pi \cdot 2.177324 = 218.882, \quad \sqrt{3/218.882} = 0.117073.$$

Con $m_P = 2.176 \times 10^{-8}$ kg:

$$M_{\text{mín}} = 0.117073 \times 2.176 \times 10^{-8} = 2.547 \times 10^{-9} \text{ kg}.$$

Significado físico

Por debajo de esta masa, el BH es estructuralmente imposible en PIU porque el núcleo saturado del Pleno ocuparía un volumen mayor que el horizonte gravitacional. El resultado coincide cuantitativamente con el límite Hawking de evaporación completa, **por razón ontológica fundamentalmente distinta**: no por temperatura divergente en métrica fija, sino por agotamiento geométrico interior del Pleno. PIU produce el resultado Hawking como consecuencia geométrica natural sin invocar termodinámica del horizonte.

Falsabilidad

Detección observacional robusta de BH primordial con $M < 10^{-9}$ kg sobreviviendo a la era radiativa falsaría la cota geométrica del Pleno. Programas: BICEP/Keck (PBHs primordiales), Fermi-LAT (evaporación residual).

5.2. H.2 — Cota máxima de Hubble

Bajo la primera ecuación de Friedmann y la cota dura del Pleno $\rho_{\text{máx,abs}}$:

$$H_{\text{máx}}^2 = \frac{8\pi G S_{\text{máx,geom}}^2 \rho_P}{3}.$$

Usando $G = c^2/(\rho_P \ell_P^2)$ y reconociendo $\omega_P = c/\ell_P$:

$$H_{\text{máx}} = \omega_P \sqrt{\frac{8\pi S_{\text{máx,geom}}^2}{3}}$$

5.2.1. Cómputo numérico

$$\frac{8\pi \cdot 2.177324}{3} = 18.240, \quad \sqrt{18.240} = 4.2708,$$

$$\omega_P = c/\ell_P = 1.855 \times 10^{43} \text{ s}^{-1},$$

$$H_{\text{máx}} = 4.2708 \times 1.855 \times 10^{43} = 7.923 \times 10^{43} \text{ s}^{-1}.$$

Horizonte mínimo de Hubble:

$$R_{H,\text{mín}} = c/H_{\text{máx}} = 3.787 \times 10^{-36} \text{ m} = 0.234 \ell_P.$$

Comparación con H_0 observacional

$H_0 \approx 2.18 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$, separación $H_{\text{máx}}/H_0 \sim 10^{61}$ órdenes — consistente con la edad del universo y la era inflacionaria.

Significado físico

La cota máxima de expansión cosmológica es **sub-Planckiana**. Esto provee: (a) mecanismo natural para evitar singularidades cosmológicas (el universo no puede colapsar a $R = 0$); (b) base estructural del bounce primordial reemplazando al Big Bang singular; (c) cota teórica máxima sobre H inflacionario en cualquier modelo. Inflación estándar ($H_{\text{infl}} \sim 10^{37} \text{ s}^{-1}$) compatible con la cota por ~ 6 órdenes de margen.

5.3. H.3 — Espectro tripartito de modos del Pleno

Linealización de F1 sobre el fondo $S = S_{\text{mín}}$ con $S = S_{\text{mín}} + \delta S$ produce la EOM linealizada:

$$\rho_P c^2 \ell_P^2 \square \delta S + V''(S_{\text{mín}}) \delta S - \frac{\rho_P c^2 \ell_P^4}{6} \square^2 \delta S = 0.$$

Tras transformada de Fourier $\delta S \propto e^{i(\mathbf{k}\cdot\mathbf{x} - \omega t)}$:

$$\omega^2 = c^2 k^2 \left[1 + \frac{V''(S_{\text{mín}})}{\rho_P c^2 \ell_P^2 k^2} + \frac{\ell_P^2 k^2}{6} \right]$$

5.3.1. Tres regímenes distintos

Régimen	Comportamiento	Identificación física
	ω	
IR cosmológico	$\omega^2 \approx V''(S_{\text{mín}})/(\rho_P \ell_P^2)$ const.	Modo masivo radial del Pleno
Intermedio relativista	$\omega \approx ck$, dispersión lineal	Modo TT (gravitón)
UV Planckiano	$\omega^2 \approx c^2 k^4 \ell_P^2 / 6$	Polo Lee-Wick

Masa radial del modo del Pleno

$$m_{\text{radial}} c^2 = \hbar \sqrt{V''(S_{\text{mín}})/(\rho_P \ell_P^2)} \approx 4.44 E_P \approx 5.4 \times 10^{19} \text{ GeV}.$$

Tabla comparativa con escalas observables

Escala	E (GeV)	E/E_{radial}
LHC máxima	1.4×10^4	2.6×10^{-16}
Rayos cósmicos GZK	5×10^{10}	9×10^{-10}
Inflación GUT	10^{16}	1.9×10^{-4}
Masa radial PIU	5.4×10^{19}	1

Significado físico

El modo radial del Pleno está **ultra-Planckiano, congelado a cualquier escala observable**. Esto explica estructuralmente la no-detección del Pleno como partícula en aceleradores, en rayos cósmicos y en cosmología.

El régimen intermedio TT se identifica directamente con el modo gravitón (V31.9 cierre F8/O-18: OG = modulación TT del Pleno). El régimen UV Lee-Wick es predicción específica de PIU sin análogo BEC directo, relevante para detectores futuros (LISA, ET, CE).

5.4. H.4 — Localización del régimen bariónico

Bajo F6 V31.8, para densidad bariónica normal $\rho_N \sim 10^{18}$ kg/m³ (estrella de neutrones extrema), la perturbación relativa del campo S es:

$$\frac{\delta S_{\text{barión}}}{S_{\text{mín}}} \approx \frac{\rho_N}{2\rho_P S_{\text{mín}}^2} \sim 10^{-79}.$$

Tabla de regímenes físicos

Régimen físico	ρ (kg/m ³)	$\delta S/S_{\text{mín}}$
Aire	1.2	2.2×10^{-97}
Agua	10^3	1.9×10^{-94}
Hierro sólido	7.8×10^3	1.4×10^{-93}
Núcleo solar	1.5×10^5	2.8×10^{-92}
Enana blanca	10^9	1.9×10^{-88}
NS núcleo	4×10^{17}	7.4×10^{-80}
NS extrema (TOV)	2×10^{18}	3.7×10^{-79}
Núcleo BH saturado PIU	$2.18\rho_P$	~ 1

Conclusión: las NS no son régimen intermedio en S ; viven prácticamente en el mismo punto del Pleno que el hierro de laboratorio. El único régimen donde $\delta S/S_{\text{mín}} \sim 1$ es interior de BHs cerca del núcleo saturado (volumen $\sim 10^{-80}$ del total para BH estelar) y bounce primordial cosmológico.

5.5. H.5 — Consecuencia ontológica: PIU es superposicional

La separación de escalas $\delta S/S_{\text{mín}} \sim 10^{-79}$ en régimen bariónico tiene consecuencia ontológica directa:

PIU es ontológicamente superposicional, no disyuntiva. En todo punto bariónico, RG, MQ, EO y dinámica solitónica operan *simultáneamente* sobre el mismo campo Ψ . La separación entre “regímenes” es operacional (escalas distintas dominan distintas observables), no ontológica (todos comparten el mismo sustrato Pleno).

Esto refuerza directamente P-FUND. Explica desde el corpus por qué la física tradicional puede separar gravedad/MQ/cosmología en teorías distintas sin contradicción interna: las dinámicas no se contaminan porque están separadas por ~ 79 órdenes de magnitud en la perturbación relativa del campo.

6. Cabos abiertos y programa V32+

6.1. Resumen del estado V31.10

Cabos cerrados en V31.10

- **C-meta-1** (refutación bayesiana de la coincidencia numerológica): cerrado a **[derivado]** con $K_c \approx 6.7 \times 10^5$.

Cabos residuales severidad baja (programa V32+)

- **C-meta-1.a:** extensión enumeración a $N \geq 6$.
- **C-meta-1.b:** enumeración formal espacio dimensional para G y \hbar .
- **C-GP.1:** derivación algebraica explícita $F1 \rightarrow GP$ con identificación numérica de m_{eff} y g_{eff} .
- **C-H.1, C-H.2, C-H.3:** verificaciones cuantitativas exactas del Bloque H.
- **C-I.2:** diseño de experimentos BEC específicos para testear predicciones PIU.

Cabos heredados de V31.9 (severidad alta-media)

- **C-PP.3b:** quiralidad maximal L/R del sector electrodébil.
- **C-PP.4:** mecanismo cuantitativo de Higgs y espectro de masas fermiónicas.
- **C-PP.6:** tres generaciones fermiónicas — origen estructural.
- **C-PP.7, C-PP.8:** ángulos de mezcla CKM/PMNS y anomalías.
- **F-cosmo-1:** derivación cuantitativa de $w(z)$ para comparación con DESI 2024-2025. Bajo EO-Telón V31.10, cualquier $w(z) \neq -1$ sería testimonio del slow-roll del Pleno, no violación de los axiomas.

6.2. Programa V32+

- **Programa T5 transversal:** estructura solitónica fermiónica sobre $Z = 4$ atacando simultáneamente C-PP.3b, C-PP.6, C-PP.7, C-PP.8 con aparato LQFT importado.
- **Programa F-cosmo-1:** integración numérica de la EOM Maestra en FLRW para derivar $w(z)$, contraste con datos DESI.
- **Programa P.2 V31.10:** derivación del espectro casi-invariante de fluctuaciones primordiales del CMB (n_s, A_s, r , no-gaussianidades f_{NL}) sobre F1 durante fase pre-bounce.
- **Programa P.3 V31.10:** formalización cuantitativa del mecanismo Ostwald cósmico bajo lectura EO-Telón. Derivar tasa de fusión gravitacional entre estructuras ligadas.

7. Cierre del documento

Síntesis V31.10

PIU V31.10 presenta **dos predicciones cosmológicas estructurales** derivadas desde primeros principios con cero parámetros libres:

$$\frac{\Omega_{MO}}{\Omega_M} = \sqrt{3}\pi \approx 5.4414 \quad \Omega_{EO} = f_c \approx 0.6869$$

Acuerdos contra Planck 2018: 0.86σ y 0.30σ respectivamente.

Cierre bayesiano V31.10: la hipótesis de coincidencia numerológica queda refutada cuantitativamente por factor de Bayes $K_c \approx 6.7 \times 10^5$ (evidencia decisiva en escala de Jeffreys), con extensión $K_{\text{global}} \sim 10^{11}$ incluyendo G y \hbar .

Marco estructural V31.10: cinco predicciones derivadas implícitas adicionales (Bloque H), correspondencia formal $F1 \leftrightarrow$ Gross-Pitaevskii (Bloque I), reformulación ontológica EO-Telón (Bloque J). Conteo de entradas estructurales: **6 + 1**.

Calificación honesta: este es un programa investigativo activo con cabos abiertos declarados. Las predicciones son falsables; la falsabilidad es estructura, no slogan. La comunidad científica está formalmente invitada a revisar, verificar y extender.

Documentos paralelos del programa V31.10:

- Resumen V31.10 completo: `PIU_V31_10_resumen_21052026.md` (3612 líneas).
- Cierre bayesiano: `Resolucion_C_Meta_1_Bayesiano_v2.pdf` (18 mayo 2026).
- Código de enumeración: `enumeracion_numerologica.py`.
- Compendio investigativo: `Compendio_Investigativo_PIU_V31_9_Mayo2026.docx` (20 mayo 2026).
- Corpus V31.9 publicado: Zenodo DOI 10.5281/zenodo.20058617.

Contacto y verificación. El programa PIU es trabajo independiente del autor sin afiliación institucional. Sitio web: piuniversal.com. La verificación independiente, revisión por pares formal y extensión del programa es bienvenida y necesaria.

Referencias

- [1] A. D. Sakharov, “Vacuum quantum fluctuations in curved space and the theory of gravitation,” *Sov. Phys. Dokl.* **12**, 1040 (1968).
- [2] E. Madelung, “Quantentheorie in hydrodynamischer Form,” *Z. Phys.* **40**, 322 (1927).
- [3] D. Bohm, “A suggested interpretation of the quantum theory in terms of ‘hidden’ variables. I,” *Phys. Rev.* **85**, 166 (1952).
- [4] T. H. R. Skyrme, “A unified field theory of mesons and baryons,” *Nucl. Phys.* **31**, 556 (1962).
- [5] E. Witten, “Current algebra, baryons, and quark confinement,” *Nucl. Phys. B* **223**, 433 (1983).
- [6] S. Coleman, “Q-balls,” *Nucl. Phys. B* **262**, 263 (1985).
- [7] D. Finkelstein and J. Rubinstein, “Connection between spin, statistics, and kinks,” *J. Math. Phys.* **9**, 1762 (1968).
- [8] N. Manton and P. Sutcliffe, *Topological Solitons*, Cambridge University Press (2004).
- [9] A. A. Maradudin and S. H. Vosko, “Symmetry properties of the normal vibrations of a crystal,” *Rev. Mod. Phys.* **40**, 1 (1968).
- [10] F. Peter and H. Weyl, “Die Vollständigkeit der primitiven Darstellungen einer geschlossenen kontinuierlichen Gruppe,” *Math. Ann.* **97**, 737 (1927).
- [11] R. E. Peierls, “The size of a dislocation,” *Proc. Phys. Soc.* **52**, 34 (1940).
- [12] F. R. N. Nabarro, “Dislocations in a simple cubic lattice,” *Proc. Phys. Soc.* **59**, 256 (1947).
- [13] N. N. Bogoliubov, “On the theory of superfluidity,” *J. Phys. (USSR)* **11**, 23 (1947).
- [14] V. I. Yukalov, “Bose-Einstein condensation and gauge symmetry breaking,” *Laser Phys. Lett.* **4**, 632 (2007).
- [15] A. N. Gent, “A new constitutive relation for rubber,” *Rubber Chem. Tech.* **69**, 59 (1996).
- [16] E. P. Gross, “Structure of a quantized vortex in boson systems,” *Nuovo Cimento* **20**, 454 (1961).
- [17] L. P. Pitaevskii, “Vortex lines in an imperfect Bose gas,” *Sov. Phys. JETP* **13**, 451 (1961).
- [18] L. Rayleigh, “On the pressure developed in a liquid during the collapse of a spherical cavity,” *Phil. Mag.* **34**, 94 (1917).
- [19] M. S. Plesset, “The dynamics of cavitation bubbles,” *J. Appl. Mech.* **16**, 277 (1949).
- [20] H. Jeffreys, *Theory of Probability*, 3rd ed., Oxford University Press (1961).
- [21] R. E. Kass and A. E. Raftery, “Bayes factors,” *J. Amer. Stat. Assoc.* **90**, 773 (1995).
- [22] R. Trotta, “Bayes in the sky: Bayesian inference and model selection in cosmology,” *Contemp. Phys.* **49**, 71 (2008).
- [23] N. Aghanim et al. (Planck Collaboration), “Planck 2018 results. VI. Cosmological parameters,” *Astron. Astrophys.* **641**, A6 (2020).
- [24] A. G. Adame et al. (DESI Collaboration), “DESI 2024 VI: cosmological constraints from the measurements of baryon acoustic oscillations,” (2024), *arXiv:2404.03002*.
- [25] E. A. Donley, N. R. Claussen, S. L. Cornish, J. L. Roberts, E. A. Cornell, and C. E. Wieman, “Dynamics of collapsing and exploding Bose-Einstein condensates,” *Nature* **412**, 295 (2001).
- [26] M. A. Celedón Mejía, “Principio de Integridad Universal (PIU) V31.9 — Corpus completo,” Zenodo (2026), DOI: 10.5281/zenodo.20058617.