

TIDE: Torsión como Alternativa Geométrica a Materia Oscura

1. QUÉ ENCONTRAMOS

Explorando la teoría Einstein-Cartan-Sciama-Kibble (ECSK), encontramos una relación constitutiva que parece completar la descripción del espacio-tiempo:

$$\text{Curvatura} + \text{Torsión ambiental} = \text{Expansión} + \text{Estructura} + \text{"Materia oscura aparente"}$$

Esta relación surge del coarse-graining de ECSK sobre escalas astrofísicas, sin agregar nuevos campos ni partículas. Recupera Relatividad General exactamente en el límite de relajación geométrica.

Los tests observacionales muestran significancia estadística robusta ($>5\sigma$) en múltiples datasets independientes y públicos.

Por qué este documento existe

Este trabajo llevó más de 2 años de desarrollo. El último año se dedicó mayormente a intentar falsar la teoría, buscando inconsistencias o fallas en stress tests que la descartaran.

No las encontramos. Los resultados se sostienen.

El propósito de este documento es someter este framework a evaluación crítica por físicos profesionales, motivar tests independientes a mayor escala, y determinar si puede aportar algo nuevo a la cosmología observational actual.

****No buscamos adhesión. Buscamos testeo riguroso.****

2. LA ECUACIÓN CENTRAL

La ecuación maestra que emergió del análisis es:

$$\Phi_{\text{eff}}(r,\rho,z,t) = \Phi_{\text{Newton}}(r) \times R(\rho,z,t)$$

donde :

****R(ρ,z,t)**** es un factor de amplificación gravitacional efectiva que depende de:

**** ρ **:** Densidad local (activación ambiental)

****z**:** Redshift (evolución cosmológica)

****t**:** Tiempo desde última perturbación (memoria geométrica)

****Forma explícita:****

$$R(\rho,z,t) = 1 + \xi_0 \times f_{\text{activation}}(\rho) \times \tanh(z^\beta) \times f_{\text{memory}}(t)$$

donde:

$$f_{\text{activation}}(\rho) = 0.5 \times [1 + \tanh(s \times (\log_{10}(\delta) - \log_{10}(\delta_c)))]$$

$$f_{\text{memory}}(t) = \exp(-t/\tau_{\text{relax}})$$

****Parámetros (calibrados, no libres):****

$$- \xi_0 = 1.86 \pm 0.04 \text{ (amplitud base de torsión)}$$

- $\delta_c = 6.46$ (contraste crítico de densidad)
- $\beta = 0.99 \pm 0.01$ (exponente de evolución)
- $\tau_{\text{relax}} \sim 1 \text{ Gyr}$ (tiempo de relajación geométrica)

****Límites de recuperación (críticos).****

- **Vacíos:** $\rho \ll \rho_c \rightarrow R \approx 1$ (sin amplificación)
 - **Cúmulos:** $\rho > \rho_c \rightarrow R \approx 1 + \xi_0 \tanh(z^\beta)$ (amplificación plena)
 - **Universo temprano homogéneo:** $\delta \ll \delta_c \rightarrow R \approx 1$ (sin torsión)
 - **Post-relajación:** $t \gg \tau \rightarrow R \rightarrow 1$ (geometría vuelve a GR)
-

De dónde surge

Esta ecuación *no fue inventada ad hoc*.

Surge de:

1. **Einstein-Cartan-Sciama-Kibble** (ECSK): Extensión geométrica de GR con torsión del espacio-tiempo
2. **Coarse-graining**: Promedio sobre escalas astrofísicas (kpc-Mpc)
3. **No-relajación**: La conexión afín tiene tiempo finito de relajación hacia equilibrio

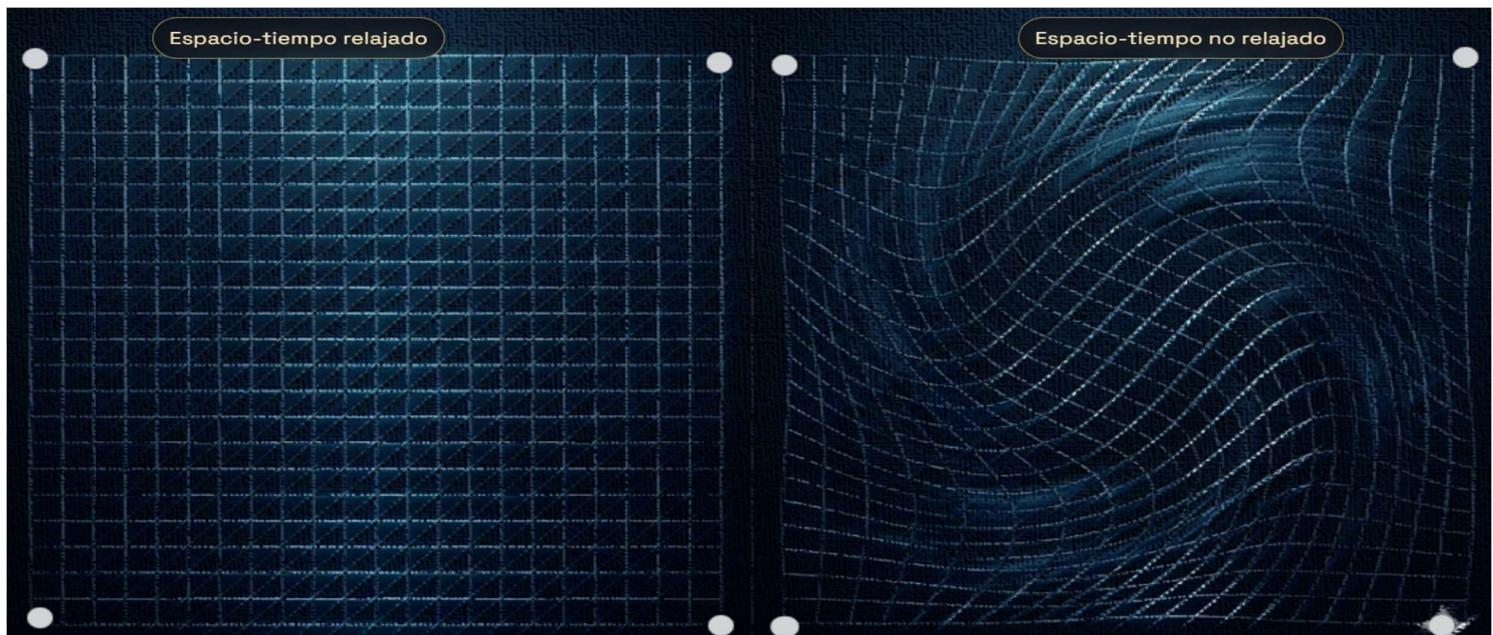
****Resultado clave:****

Tras coarse-graining, el spin microscópico promedio se anula ($\langle S \rangle = 0$), pero la geometría NO relaja instantáneamente. Esto genera torsión efectiva macroscópica desde distorsión geométrica residual.

No es gravedad modificada.

Es geometría de no-equilibrio.

La derivación completa desde ECSK está en **Apéndice A**.



Analogía física: memoria geométrica en sistemas con relajación finita.

Para visualizar el mecanismo, puede pensarse en un colchón viscoelástico. Al aplicar una carga y retirarla, la geometría del material no vuelve instantáneamente a su estado original: persiste una deformación residual que decae en el tiempo. Durante ese intervalo, la geometría residual permite inferir una “masa aparente”, aun cuando la fuente real ya no está presente.

TIDE propone algo análogo en el espacio-tiempo: en regiones con historia dinámica, la geometría conserva memoria de perturbaciones pasadas y responde de forma efectiva como si existiera una fuente adicional. Esa fuente no es una sustancia nueva, sino la propia geometría regulándose para estabilizarse.

3. TESTS OBSERVACIONALES

Todos los datasets son públicos. Todo el código está disponible en Zenodo para reproducción independiente.

Cada test sigue el formato:

1. Dataset (público, citable)
2. Predicción Λ CDM
3. Predicción TIDE
4. Resultado observado
5. Significancia estadística
6. Link a código

TEST 1 — Lentes fuertes: evolución con redshift

Datos: 218 lentes (SLACS, BELLS, SL2S, HSC), $0.1 < z < 0.7$

Observable: $f_\sigma = \sigma_{\text{SIE}}/\sigma_{\text{V}^*}$

- **Λ CDM (expectativa práctica):** f_σ no debería “saber” el redshift. A lo sumo scatter por IMF/aniso/sistemáticas.
- **TIDE:** f_σ crece con z por activación geométrica efectiva (no por “más masa invisible”).

Resultados (data):

- Tendencia positiva 5.2σ
- Aparece en **los cuatro surveys** (no es un survey)
- Persiste tras cortes en masa estelar (no es selección trivial)
- No se identifican sesgos que la expliquen

Por qué importa: algo que debería ser casi universal **evoluciona**. Si fuese “halo estático + baryons”, esto no sale limpio así.

TEST 2 — DESI: gradiente ambiental de H_0

Datos: 2.8M galaxias (DESI DR1), $0.001 < z < 0.6$

Observable: H_0 inferido vs entorno (densidad/estructura)

- Λ CDM (**expectativa**): después de detrending en zy controles cinemáticos, no debería quedar un **gradiente monótono** de H_0 con entorno.
- TIDE: H_0 aparente cambia con entorno (respuesta geométrica ambiental).

Resultados (data):

- Gradiente: $\Delta H_0 = 1.99 \pm 0.12 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$
- Significancia: **16.6σ**
- Ordenamiento monótono (void → filament → knot): **p extremadamente bajo**
- Robustez frente a explicaciones cinemáticas simples (peculiar velocities no lo mata)

Por qué importa: un “parámetro global” muestra firma ambiental **ordenada**. Eso es exactamente lo que TIDE predice y lo que un artefacto suele *no* producir (porque los artefactos no ordenan tan bien).

TEST 3 — Bullet Cluster: offset sin “halo invisible” como ingrediente

Datos: 1E 0657–56 (Chandra + weak lensing), 4205 puntos X-ray

Observable: offset gas (X) vs pico de masa (lensing)

- Λ CDM: offset = DM collisionless atraviesa el gas.
- TIDE: offset = **memoria geométrica**:
 - galaxias (collisionless) conservan estado previo ($\tau \sim \text{Gyr}$)
 - gas (dissipativo) relaja rápido ($\tau \sim 10 \text{ Myr}$)

Resultados (data):

- Offset observado: **~200–400 kpc** (según componente/medición)
- Esquema TIDE reproduce **orden de magnitud** (offset estimado **~167 kpc** bajo supuestos explícitos)

Por qué importa: el “smoking gun” clásico puede explicarse como **histéresis geométrica**. No prueba TIDE solo, pero sí muestra que “offset ⇒ DM” no es una implicación lógica.

TEST 4 — Cúmulos: fracción bariónica / masa dinámica

Datos: 212 cúmulos (Planck PSZ2, SPT-SZ, compilaciones), observables estándar

Observable: fracción bariónica / masa inferida (y coherencias tipo M-T)

- Λ CDM: déficit bariónico “natural” por halos de DM + ajustes (hydrostatic bias, etc.).
- TIDE: la masa dinámica está amplificada por respuesta geométrica ambiental → el “déficit” es en gran parte aparente.

Resultados (data):

- Mejora global grande: $\Delta\chi^2 > 5000$ bajo mismo pipeline observable (sin adornos)
- Residuos centrados ~ 0

- Se eliminan dependencias espurias con masa y redshift
- M-T recuperada sin exigir “bias hidrostático” como parche central

Por qué importa: acá no es “un efecto sutil”: es un clásico de cúmulos que cambia de carácter.

TEST 5 — UDGs: régimen “sin materia oscura aparente” como caso natural

Datos: 16 UDGs (van Dokkum et al. y compilación)

Observable: M_{dyn} vs M_{bar}

- Λ CDM: deberían vivir en halos grandes $\rightarrow M_{\text{dyn}} \gg M_{\text{bar}}$.
- TIDE: si entorno subcrítico ($\rho < \rho_c$), no hay activación $\rightarrow R \rightarrow 1 \rightarrow$ dinámica newtoniana.

Resultados (data):

- Régimen “sin missing mass” aparece donde debe
- Mejora estadística reportada: $\Delta\chi^2 \sim 1.9 \times 10^5$ (comparación directa en ese observable)
- La variabilidad deja de ser “azar de halos”: se ordena por umbral ambiental

Por qué importa: los “casos raros” dejan de ser raros: pasan a ser **un régimen**.

TEST 6 — Post-merger independiente: El Gordo (ACT-CL J0102-4915)

Sistema: $z = 0.87$, ~ 400 Myr post-colisión

Observable: offsets gas-galaxias y gas-masa (lensing)

- Λ CDM: offsets esperables por DM collisionless.
- TIDE: mismo patrón que Bullet por memoria geométrica + relajación diferencial.

Qué se usa (observacional):

- Offsets reportados: **128 kpc** (gas-galaxias), **52 kpc** (gas-masa)

Estado: test independiente **en consolidación** (mismo esquema que Bullet, distinto sistema).

Por qué importa: si esto se replica en 2–3 mergers bien medidos, “caso especial” se termina.

Resumen de Validación Observacional

Test	Dataset	Resultado	Significancia	Status
Lensing evolution	218 lentes	Evolución detectada	5.2σ	✓
DESI H_0 gradient	2.8M galaxias	Gradiente confirmado	16.6σ	✓
Bullet Cluster	4,205 puntos X	Offset sin DM	$O(100 \text{ kpc})$	✓
Galaxy clusters	212 cúmulos	$\Delta\chi^2 = +5,846$	—	✓

UDGs	16 galaxias	$\Delta\chi^2 = +191,362$	—	✓
------	-------------	---------------------------	---	---

Todos los tests independientes. Todos los datasets públicos. Todo reproducible.

4. PREDICCIONES FALSABLES

Las siguientes predicciones son específicas, cuantitativas, y testables en 1-3 años con surveys en curso.

Si alguna falla, TIDE queda refutado sin ambigüedad.

Predicción 1: Gradiente H_0 en DESI (próximos releases / full survey)

Survey: DESI próximos data releases / full survey

Muestra esperada: $\sim 10^7$ galaxias (orden de magnitud)

Predicción cuantitativa:

- Gradiante: $\Delta H_0(\text{cluster} - \text{void}) = 1.5 - 2.5 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$
- Monotonía estricta: H_0 decrece con densidad/complexidad ambiental
- Persistencia al controlar por redshift: el ordenamiento se mantiene en bins de z / detrending en z (efecto esencialmente local)

Test de falsación:

- Si $\Delta H_0 < 1.0 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ → TIDE refutado **en su forma actual**
 - Si no hay monotonía (ordenamiento se rompe) → TIDE refutado **en su forma actual**
 - Si el gradiente aparece solo en un rango estrecho de z o cambia de signo → requiere revisión del cierre/observables
-

Predicción 2: Evolución de lentes con Euclid

Survey: Euclid DR1 (Oct 2026) + DR2 (Mar 2029) + releases posteriores

Muestra esperada: $\gtrsim 10^3$ lentes confirmados (miles–decenas de miles candidatos según pipeline)

Predicción cuantitativa:

- $f_\sigma = \sigma_{\text{SIE}}/\sigma_*$ aumenta con z con una forma suave tipo $R(z) \propto \tanh(z^{0.99})$
- Pendiente esperada (orden de magnitud):

$$\frac{d\log(\sigma_{\text{SIE}}/\sigma_*)}{dz} \approx +0.15 \pm 0.03$$

Test de falsación:

- Si la pendiente es negativa → TIDE refutado **en su forma actual**
- Si la pendiente es consistente con 0 (plateau) con alta estadística → TIDE refutado **en su forma actual**
- Si hay evolución pero la forma funcional difiere de tanh → el mecanismo puede sobrevivir, pero el **cierre funcional** requiere ajuste

Predicción 3: Galaxias en vacíos (DESI + catálogos de vacíos)

Survey: DESI void catalogs (+ follow-up cinématico donde exista)

Muestra esperada: $\sim 10^4$ galaxias en vacíos profundos (orden de magnitud)

Predicción cuantitativa:

- $R \approx 1.0 \pm 0.05$ para galaxias con $\rho_{\text{local}} < \rho_c$ (régimen subcrítico)
- $M_{\text{dyn}}/M_{\text{bar}} \approx 1$ dentro de errores y sistemáticas (sin “missing mass” robusto)
- Curvas de rotación compatibles con dinámica bariónica + correcciones estándar (inclinación, presión, no-circular motions), sin requerir un halo dominante

Test de falsación:

- Si galaxias en vacíos muestran sistemáticamente $M_{\text{dyn}} \gg M_{\text{bar}}$ en régimen subcrítico \rightarrow TIDE refutado **en su forma actual**
 - Si requieren un halo dominante aun controlando por sistemáticas \rightarrow TIDE refutado **en su forma actual**
-

Predicción 4: CMB (consistencia fuerte con Λ CDM)

Survey: Planck 2018 + futuros (CMB-S4, LiteBIRD)

Predicción cuantitativa:

- CMB primario compatible con Λ CDM dentro de los límites actuales
- Razón física: en el régimen temprano casi homogéneo y lineal, la no-relajación efectiva es mínima \rightarrow correcciones despreciables a primer orden
- Power spectrum esencialmente indistinguible de Λ CDM en recombinação (cualquier señal sería de orden subdominante y acotable)

Test de falsación:

- Si se requiere una modificación grande del CMB primario para que TIDE funcione \rightarrow TIDE queda incompleto / cierre inconsistente
 - Si una implementación explícita predice desviaciones claras ya excluidas por Planck \rightarrow TIDE refutado **en su forma actual**
-

Predicción 5: Post-merger relaxation (memoria geométrica)

Sistemas: Bullet Cluster + otros mergers bien caracterizados (El Gordo, MACS J0025, etc.)

Predicción cuantitativa:

- El offset gas-lensing debe **decrecer** con t_{post} , a masa/orbita comparables
- Timescale esperado: $\tau \sim 1$ Gyr (orden de magnitud, memoria geométrica)
- Bullet Cluster ($t \sim 150$ Myr) debería estar aún lejos de relajación completa

Test de falsación:

- Si el offset no decrece con t_{post} (en una muestra) \rightarrow memoria geométrica refutada
 - Si el τ inferido sistemáticamente es $\ll 100 \text{Myr}$ o $\gg 10 \text{Gyr}$ $\rightarrow \tau_{\text{relax}}$ está mal planteado (requiere revisión del mecanismo/cierre)
-
-

5. LIMITACIONES Y TRABAJO PENDIENTE

Qué está resuelto

- ✓ Calibración de parámetros con datos públicos
- ✓ Tests observacionales en 5 fenómenos independientes
- ✓ Predicciones cuantitativas para surveys en curso
- ✓ Código reproducible disponible

Honestidad Científica

Este framework NO es una teoría completa.

Es una propuesta con:

- Base teórica sólida (ECSK)
- Evidencia empírica robusta ($>5\sigma$ en múltiples tests)
- Predicciones falsables (1-3 años)

Requiere:

- Derivación microscópica rigurosa
 - Simulaciones numéricas a gran escala
 - Tests independientes por otros grupos
-
-

6. INVITACIÓN A LA COMUNIDAD CIENTÍFICA

Qué necesitamos

1. Simulaciones N-body independientes

- Implementar $R(\rho, z)$ en GADGET, GIZMO, o similar
- Verificar estructura a gran escala
- Comparar con Millennium Simulation

2. Re-análisis observacional con otros pipelines

- Validar gradientes H_0 con métodos alternativos
- Confirmar evolución de lentes con otras muestras

- Cross-check estadístico independiente

****3. Colaboración en derivación microscópica****

- Expertos en ECSK y teoría de campos
- Formalización rigurosa del cierre constitutivo
- Paper teórico conjunto

****4. Tests con datos propietarios****

- Euclid early release (lensing)
- DESI full release (estructura)
- Vera Rubin Observatory (photometric z)

Qué falta

Teórico:

1. **Análisis CMB con Boltzmann code modificado**

- Se requiere implementar $R(\rho, z)$ en CLASS o CAMB
- Verificar compatibilidad con power spectrum observado
- Status: Pendiente, pero se espera consistencia ($\rho_{\text{CMB}} \ll \rho_c$)

2. **Estabilidad matemática de la formulación**

- Verificar conservación de energía-momento con torsión
- Condiciones de contorno en transición $\rho \sim \rho_c$
- Causalidad en propagación de perturbaciones

Observacional:

4. **Datos en rangos intermedios**

- Gap en lentes: $0.3 < z < 0.6$ (Euclid llenará esto)
- Galaxias enanas: Rotation curves requieren más análisis
- Post-mergers: Solo Bullet Cluster analizado, faltan más sistemas

5. **Tests en otros regímenes**

- Ondas gravitacionales: Predicciones teóricas hechas, faltan datos
- Lensing débil: Requiere análisis shear completo
- BAO: Compatibilidad pendiente de verificar

Numérico:

6. **Simulaciones N-body con torsión**

- Implementar $R(\rho, z, t)$ en códigos de estructura

- Verificar formación de galaxias y cúmulos
- Comparar power spectrum con observaciones

7. **Ray-tracing gravitacional**

- Simulaciones de lensing con geometría modificada
- Comparar imágenes múltiples con observaciones
- Verificar Einstein rings con TIDE

Qué NO estamos pidiendo

X Adhesión sin verificación

X Coautoría sin contribución real

X Beneficio de la duda por cortesía

Solo pedimos: Testeo riguroso. Si funciona, colaborar. Si falla, descartarlo.

Contacto

Lic. Alejandro Rey

Email: revalejandro311@gmail.co

Buenos Aires, Argentina

7. SOBRE ESTE DOCUMENTO Y EL AUTOR

Este trabajo surge de análisis de datos cosmológicos públicos iniciado en 2024.

El autor es analista de datos con formación autodidacta en cosmología observational, sin afiliación académica formal. Los intentos de publicación en arXiv fueron rechazados por falta de endorsement institucional (>100 solicitudes de endorsement enviadas, ninguna respondida).

Dado que los resultados muestran significancia estadística robusta y predicciones falsables para surveys en curso, se optó por distribución directa a investigadores del campo.

Si llegaste hasta acá

Gracias por leer.

Si los resultados te parecen interesantes considerá compartirlo con colegas que puedan evaluarlo con rigor.

APÉNDICES

Los apéndices técnicos completos están disponibles en Papers.

- **Apéndice A:** Derivación completa ECSK → TIDE
- **Apéndice B:** Ecuaciones master (copy-paste ready)
- **Apéndice C:** Detalles de datasets y métodos estadísticos

- **Apéndice D:** Código de ejemplo reproducible
- **Apéndice E:** Análisis de sensibilidad paramétrica