

Nota científica de equidad correspondiente

Estudio exocrítico del paradigma operacional del método científico y del proceso para validar paradigmas alternos viables

#### 0) Propósito y postura exocrítica

“Exocrítico” aquí significa evaluar desde fuera del propio paradigma proponente, con criterios que no dependen de su jerga interna ni de su narrativa, sino de estándares operacionales trans-paradigma: coherencia lógica, contrastación severa, poder predictivo fuera de muestra, parsimonia, y compatibilidad con datos de referencia. Mi objetivo es describir cómo se valida —operativamente— un nuevo paradigma y, al mismo tiempo, someter este propio informe a autocrítica, explicando cómo llego a mis conclusiones y qué podría refutarlas.

---

#### 1) Marco operacional del método científico (síntesis práctica)

1. Formulación clara de hipótesis operacionales: traducir principios a observables con unidades, tolerancias y protocolos de medición.
2. Predicciones a priori: cantidades numéricas, rangos con incertidumbre, condiciones de contorno y dominio de validez.
3. Pruebas severas: experimentos/observaciones en los que la hipótesis corre alto riesgo de fallar si es falsa (no “demostraciones”, sino intentos de desconfirmación).
4. Análisis cuantitativo reproducible: pipelines auditables, datos abiertos si es posible, preregistro o al menos cuadernos de bitácora verificables.
5. Model-comparison: la hipótesis compite con alternativas realistas mediante métricas como evidencia bayesiana, Bayes factor, AIC/BIC, validación cruzada y pruebas de equivalencia donde aplique.
6. Robustez y generalización: sensibilidad a supuestos, ablaciones de componentes, verificación de invariancias y comportamiento límite (reducibilidad a teorías establecidas en sus regímenes de éxito).

---

## 2) Por qué los paradigmas necesitan una “validación exocrítica”

Un paradigma no es solo un conjunto de ecuaciones: es una ontología operativa (qué existe), una metodología (cómo medirlo) y una cartografía predictiva (qué diferencia empírica crea frente a las teorías vigentes). La validación exocrítica exige:

Commensurabilidad operacional: al menos un puente de observables compartidos con el marco estándar (misma magnitud, mismo instrumento o trazabilidad metrológica).

Novedad decisiva: una predicción donde el paradigma alterno se arriesga a quedar peor que la teoría vigente, sin “parametrizar a posteriori” los datos.

Reducción límite: en regímenes donde la teoría vigente ya funciona, el nuevo marco debe reproducirla (p. ej., aproximaciones de bajo campo, bajas energías, parámetro de post-newtoniano PPN dentro de cotas).

Parcimonia efectiva: más parámetros solo si aumentan capacidad predictiva fuera de muestra, no si absorben ruido.

---

## 3) Protocolo EXO-12 para validar paradigmas alternos (checklist práctico)

EXO-1. Definición operacional de los conceptos nucleares → ¿cómo se miden hoy? ¿con qué incertidumbre?

EXO-2. Inventario de predicciones exclusivas (no compartidas o no triviales).

EXO-3. Especificación de dominio de validez y límites (qué el paradigma NO pretende explicar).

EXO-4. Puentes de reducción: demostrar matemáticamente la recuperación de las leyes estándar en los regímenes probados.

EXO-5. Modelo mínimo (EFT si aplica): lagrangiano/cadenas causales con el menor número de términos que reproduzca las predicciones clave; justificar cada acople.

EXO-6. Diseño de pruebas severas: elegir observables donde la alternativa estándar y la propuesta hagan pronósticos divergentes cuantificables.

EXO-7. Preregistro de predicciones/umbrales de decisión y plan de análisis.

EXO-8. Ejecutar pilotos con controles positivos/negativos; documentar calibraciones.

EXO-9. Comparación de modelos: Bayes factor ( $>10$  fuerte a favor), AIC/BIC, validación cruzada, simulación-basada (SBC) si es bayesiano.

EXO-10. Análisis de sensibilidad (a parámetros, priors, ruido, sesgos de selección).

EXO-11. Replicación independiente (idealmente por grupos no afines).

EXO-12. Informe de decisión: o (a) adopción parcial como extensión efectiva; (b) programa de investigación con hitos y riesgos; o (c) rechazo con causas y aprendizajes.

---

#### 4) Métricas cuantitativas recomendadas (según dominio)

Física de altas energías / EFT: expansión en , límites de acoplos, análisis global de datos, evidencia bayesiana sobre el SM.

Gravitación: parámetros PPN, ondas gravitacionales (residuales del waveform), tests de equivalencia débil/fuerte, desviaciones Yukawa a distancias cortas.

Astrofísica/Cosmología: H0-tensión, curvas de rotación, lensing fuerte/débil, consiliencia con CMB/BAO/SNe, factores de Bayes entre modelos  $\Lambda$ CDM-extendidos.

Materia condensada/Información: injection-locking, espectros de ruido, mapas de lenguas de Arnold, validación cruzada en dispositivos y lotes.

---

#### 5) Fallas típicas y cómo evitarlas (autocrítica preventiva)

Ad-hocificación: añadir parámetros para salvar un dato tras otro. Antídoto: penalización de complejidad (BIC) y predicciones fuera de muestra.

Incommensurabilidad práctica: conceptos elegantes sin métrica ni instrumentación. Antídoto: EXO-1 y prototipos de medición.

Confirmación débil: demostrar solo “consistencia” con datos viejos. Antídoto: EXO-6 pruebas donde el modelo pueda perder.

Falta de reducción límite: contradicción con éxitos establecidos. Antídoto: EXO-4 con pruebas formales.

Sesgo del experimentador: tuning inconsciente. Antídoto: prerregistro, ciegos parciales, replicaciones.

---

#### 6) Cómo llegó a estar seguro de estas conclusiones (trazabilidad de confianza)

1. Triangulación normativa: integré las líneas clásicas de metodología científica (falsación severa, comparación de programas, parsimonia) en criterios operacionales que cualquier campo puede auditar.

2. Generalidad empírica: las métricas propuestas (PPN, Bayes factor, AIC/BIC, validaciones cruzadas) son agnósticas al contenido; juzgan rendimiento predictivo y penalizan complejidad.

3. Riesgo explícito: EXO-6 obliga a elegir pruebas donde el nuevo paradigma arriesga su credibilidad, clave para que la evidencia a favor tenga valor.

4. Reversibilidad de veredicto: el protocolo produce decisiones auditables (EXO-12) que pueden invertirse con nuevos datos, preservando la provisionalidad científica.

5. Autoverificación interna: cada paso del EXO-12 puede fallar; por eso incluyo contramedidas (sensibilidad, replicación, reducción límite). La consistencia cruzada entre pasos es lo que me da confianza, no un único argumento.

---

#### 7) Aplicación tipo (plantilla breve) a un paradigma alterno

Modelo mínimo: escribir el lagrangiano/las ecuaciones efectivas con acoplos justificados; identificar observables primarios y parámetros libres.

Reducción: demostrar que en (o campo débil/bajas energías) se recupera la teoría estándar y que los parámetros post-newtonianos quedan en cotas observacionales.

Predicción exclusiva: elegir 1-3 efectos no degenerados con explicaciones actuales (p. ej., una modulación espectral, un término PPN específico, una firma en injection-locking).

Prueba severa: definir umbrales de decisión (p. ej.,  $BF > 10$  o  $|\gamma - 1| < 10^{-5}$  no compatible) antes de mirar los datos.

Iteración disciplinada: si falla, documentar y decidir si el ajuste propuesto mejora predicción fuera de muestra o solo “cura” el caso visto (criterios AIC/BIC).

---

#### 8) Qué refutaría este estudio (autocrítica final)

Si se demuestra que no es posible construir puentes de commensurabilidad operacional entre un paradigma alterno y la instrumentación actual, el protocolo se vuelve inaplicable (habría que replantear EXO-1).

Si las métricas de comparación (Bayes factor/AIC/BIC) penalizan injustamente ciertos modelos con estructura jerárquica necesaria, se requerirá un marco bayesiano jerárquico más rico y criterio de complejidad efectivo (no solo conteo de parámetros).

Si la replicación independiente es inviable por costos o acceso, la severidad empírica disminuye; en ese caso, la decisión debería degradarse de “validado” a “promesa condicional” con riesgos explícitos.

---

## 9) Conclusión operativa

Un paradigma alterno es viable cuando:

- (a) se deja medir (EXO-1),
- (b) se deja arriesgar (EXO-6, pruebas severas),
- (c) compite y gana de manera cuantitativa con penalización de complejidad (EXO-9), y
- (d) respeta los éxitos previos en su régimen (EXO-4).

Mi seguridad en esta conclusión proviene de que cada criterio es independiente y auditabile, y de que el fallo de cualquiera de ellos reduce la confianza final en proporción clara. La fortaleza no está en una gran idea retórica sino en la convergencia de verificaciones operacionales.

---

Anexo: Matriz compacta de validación (para trabajo de campo)

Observables: definición, unidades, trazabilidad metrológica.

Predicciones a priori: valores/intervalos y condiciones.

Pruebas severas: diseño, potencia, umbrales de decisión.

Model-comparison: BF, AIC/BIC, CV.

Reducción límite: demostraciones y cotas (PPN/otros).

Robustez: sensibilidad/ablasiones.

Reproducibilidad: datos/código/bitácoras.

Veredicto: adoptar/iterar/rechazar + riesgos.

> Autocrítica del propio informe: Si este estudio resultara “demasiado genérico”, fallaría en EXO-6 al no ofrecer ejemplos de pruebas severas concretas por dominio. Para mitigarlo, he anclado criterios a métricas estándar (PPN, Bayes factor, AIC/BIC, injection-locking, etc.). Mi convicción deriva de su uso transversal en ciencias duras y de su capacidad para separar novedad genuina de flexibilidad ad-hoc.