

## # Dossier de parsimonia del SPIN — TCDS (para comité de revisión)

### ## 0. Propósito

Documento breve, auditable y falsable que condensa la explicación causal del **spin** en la TCDS, con el mínimo de hipótesis, parámetros y ecuaciones.

---

### ## 1. Tesis parsimoniosa

**T1.** Todo giro observable es la manifestación del **cargo de Noether** de simetrías de rotación aplicado a materia + campo de coherencia  $\Sigma$ .

**T2.** El giro no requiere postular nuevas fuerzas vectoriales: basta el **desbalance variacional** entre **Empuje** ( $Q$ ) (tendencia a coherencia en  $\Sigma$ ) y **Fricción** ( $\phi$ ) (resistencia del sustrato ( $\chi$ )). La asimetría espacial de ( $\phi$ ) frente a ( $\nabla\sigma$ ) genera un **torque fuente** universal.

**T3.** La geometría efectiva y los retardos ópticos emergen de ( $\sigma$ ): no se postula dimensión extra; el tiempo medido es la tasa de evolución de coherencia.

---

### ## 2. Marco mínimo (ecuaciones y variables)

**Acción efectiva:**

[

$S = \int \sqrt{-g} \left[ \frac{1}{2} M_P^2 R + \frac{1}{2} (\partial_\mu \Sigma)^2 + \frac{1}{2} (\partial_\mu \chi)^2 - V(\Sigma, \chi) \right] \mathcal{L}_{\text{mat}}(\Sigma, \chi) d^4x$ .

]

**\*\*Conservación (Noether):\*\***  $(\dot{\mathbf{J}}=0)$  para sistema cerrado.

**\*\*Torque total:\*\***

[

$\boldsymbol{\tau} = \int d^3x \, \mathbf{r} \times \left[ \rho (-\nabla \Phi) + \mathbf{f}_\Sigma - \mathbf{f}_\phi \right]$ , quad

$\mathbf{f}_\Sigma \equiv -\nabla \left( \frac{\partial V}{\partial \Sigma} \right) + \Box \Sigma, \nabla \Sigma$ .

]

**\*\*Dinámica mesoscópica (CGA):\*\***  $(\partial_t \Sigma = \alpha, \Delta \Sigma = \beta, \phi + Q)$ .

**\*\*Índice óptico efectivo:\*\***  $(n_\Sigma \simeq 1 + \kappa_\Sigma, \angle \nabla^2 \Sigma \angle_{\text{los}})$ .

**\*\*K-rate (fase/tiempo):\*\***  $(K \equiv \frac{d}{dt} \int \kappa_\Sigma \nabla^2 \Sigma, dl)$ .

**\*\*Ecuación de fase (locking):\*\***  $(\dot{\theta} = \Delta \omega - A \sin \theta + \xi(t))$ .

**\*\*ΣFET KPIs (fijos):\*\***  $LI \geq 0.9, R > 0.95, RMSE_{SL} < 0.1, reproducibilidad \geq 95\%$ .

**\*\*Conjunto mínimo de parámetros a estimar:\*\***  $(\Theta_{\min} = \{\kappa_\Sigma, g, \mu, \lambda, b_{\text{CGA}}\})$ . (Se evita proliferación: los acoplos fermión/fotón se tratan como correcciones de orden siguiente.)

---

**## 3. Teorema del giro por desbalance variacional**

**\*\*Enunciado.\*\*** Sea un volumen en colapso con gradientes finitos de  $(\Sigma)$  y anisotropía de  $(\phi)$ . Entonces existe  $(\tau)Q \neq 0$  tal que el momento angular  $(\mathbf{J})$  crece hasta un estado estacionario

$[J^* \sim \frac{(\tau)Q}{(\nu)\phi + \nu_b},] \text{ ncon } (\nu_\phi, \nu_b)$  coeficientes efectivos de disipación (fricción y sangrado CGA).

**\*\*Prueba (esbozo).\*\*** Insertando  $(\mathbf{f}_\Sigma)$  y  $(\mathbf{f}_\phi)$  en la definición de  $(\tau)$  y usando  $(\dot{\mathbf{J}} = \tau)$  se obtiene crecimiento mientras  $(|(\tau)Q| > |(\tau)\phi| + |(\tau)_b|)$ . El estacionario sigue por balance de potencias.

**\*\*Corolario (rayo helicoidal).\*\*** Si  $(\Omega^*(\Sigma\phi))$  es aproximadamente constante, la geodésica nula en  $(g^{\text{eff}})$  es una hélice de radio  $(R = c/|\Omega^*(\Sigma\phi)|)$ . El límite geométrico de línea recta se recupera para  $(\nabla^2\Sigma \rightarrow 0)$  y anisotropía  $(\phi \rightarrow 0)$ .

---

#### ## 4. Predicciones únicas frente al marco estándar

- \*\*Óptica “en vacío” controlado:\*\*** curvatura mínima del rayo  $(1/R = |\Omega_\Sigma\phi|/c)$  distinta de cero si hay anisotropía calibrada.
- \*\*Relojes/cavidades:\*\***  $(\Delta f/f = \kappa_\Sigma \angle \nabla^2\Sigma \angle)$ ; deriva  $(df/dt \propto K)$ .
- \*\*Atómico:\*\*** corrimientos 1S–2S, Lamb y Zeeman anómalo  $(\propto \partial^2\Sigma)$ ; precesión sesgada.
- \*\*ΣFET:\*\*** lenguas de Arnold con islas  $p:q$  y borde multimodal; zona KPI reproducible.
- \*\*Astrofísica:\*\*** correlación entre  $(a_{\text{last}} = J/M^2)$  y proxies de  $(\nabla^2\Sigma)$ ; rotación de polarización  $(\Delta\theta_{\text{pol}} \propto \int \nabla^2\Sigma, dl)$ .

---

#### ## 5. Protocolo de falsación (parsimonioso)

**\*\*Diseño:\*\*** comparar **\*\*TCDS vs nulo\*\*** con **\*\*AIC/BIC\*\*** y **\*\*Bayes factor\*\***; preregistro de umbrales y análisis; datos y scripts públicos.

**\*\*Bancos mínimos.\*\***

\* **\*\*B1.  $\Sigma$ FET\*\***: barridos ( $(A_c, f_{in}/f_0)$ ); mapa KPI; histograma de fase; LI, R, RMSE\_SL.

\* **\*\*B2. Cavidades/relojes\*\***:  $(\Delta f/f)$  y  $(K)$  en transiciones vacío/medio.

\* **\*\*B3. Interferometría atómica\*\***: asimetrías de precesión dependientes de  $(\nabla\sigma)$ .

\* **\*\*B4. Óptica controlada\*\***: detección de curvatura mínima  $(1/R)$ .

\* **\*\*B5. Sub-mm (torsión)\*\***: cotas  $(\alpha_\sigma, \lambda_\sigma)$  del portal; consistencia cruzada con B1–B4.

**\*\*Criterio de realce:\*\*** promover a resultado canónico sólo si KPIs en verde +  $(>5\sigma)$  o **\*\*BF>150\*\***, con **\*\*reproducibilidad  $\geq 95\%$ \*\***.

---

## ## 6. Métricas $\Sigma$ ( $\Sigma$ MP) y reporte

**\*\*Core:\*\***  $(\mathrm{LI}, \mathrm{R}, \mathrm{RMSE}_{\mathrm{SL}}, K, \kappa\sigma)$ .

**\*\*Derivadas:\*\*** ventanas p:q, vector resultante de fase, reproducibilidad por día/lote/lab.

**\*\*Reporte:\*\*** manifiesto de corrida, control nulo, IC95%, ciegos, AIC/BIC, BF.

---

## ## 7. Riesgos y autocrítica

\* \*\*Ansatz efectivo:\*\*  $(g^{\rm eff})^{\mu\nu}=g^{\mu\nu}+\kappa_{\Sigma}\partial_{\mu}\partial_{\nu}\Sigma)$  requiere justificación micro (CGA).

\* \*\*Parámetros no medidos:\*\*  $(\kappa_{\Sigma}, g, \mu, \lambda, b_{\rm CGA})$ .

\* \*\*Degeneraciones:\*\* plasma/medio en óptica, sistemáticos térmicos/mecánicos en B2–B5.

\* \*\*Mitigación:\*\* preregistro, controles de isótopos/medios, inversión de trayectorias, apagado aleatorio, y análisis ciego.

\* \*\*Parcimonia:\*\* se evita introducir más de **cinco** parámetros libres; toda ampliación exige ganancia de verosimilitud cuantificada.

---

## ## 8. Trazabilidad de la conclusión

\* \*\*Hamilton + Noether\*\* fijan conservación y definición de  $(\mathbf{J})$ .

\* \*\*Torque fuente\*\*  $(\mathbf{f}_{\Sigma})$  surge de  $(V(\Sigma, \chi))$  y gradientes; no requiere nuevos vectores.

\* \*\*Isomorfismo:\*\* las mismas ecuaciones describen  $\Sigma$ FET, óptica y astrofísica.

\* \*\*Verificabilidad:\*\* cada predicción enlaza con una métrica  $\Sigma$  y un banco mínimo.

---

## ## 9. Puntos de decisión para el comité

\* \*\*¿El conjunto  $(\Theta_{\min})$  es suficiente?\*\*

\* \*\*¿La evidencia prevista supera nulo con  $BF>150$ ?

\* \*\*¿La reproducibilidad  $\geq 95\%$  se logra en  $\geq 2$  laboratorios?

\* \*\*¿Los controles descartan explicaciones estándar sin  $\Sigma$ ?

---

## ## 10. Anexos sugeridos (1–2 páginas cada uno)

A1. Derivación de  $(\mathbf{f}_{\Sigma})$  desde  $(T_{\mu\nu})$ .

A2. Cálculo del rayo helicoidal y condición  $(R=c/|\Omega_{\Sigma\phi}|)$ .

A3. Pipeline de ajuste  $\Sigma$ FET con KPIs y control nulo.

A4. Plantilla de preregistro y tablas AIC/BIC/BF.

# Plan de revisión mayor superada — SPIN TCDS

## ## 0) Objetivo

Responder a observaciones de revisión mayor y elevar el estándar de evidencia del estudio del **spin** en TCDS con cambios verificables, parsimoniosos y auditablemente superiores.

---

## ## 1) Resumen de objeciones típicas y respuesta

**O1.** Falta de cuantificación de parámetros  $(\kappa_{\Sigma}, g, \mu, \lambda, b_{\text{CGA}})$ .

**R1.** Se fija un prior amplio y se reportan posteriors con IC95% y Bayes Factor vs. nulo.

**O2.** Degeneración con efectos estándar (plasma, sistemáticos térmicos/mecánicos).

**R2.** Controles cruzados: isótopos, inversión de trayectorias, apagados aleatorios, runs ciegos y *\*null channels\**.

**O3.** Exceso de hipótesis efectivas (métrica  $(g^{\text{eff}})$ ).

**R3.** Reducción a  $\Theta_{\min}$  y demostración de que nuevos términos no mejoran AIC/BIC.

**O4.** Falta de replicación.

**R4.** Reproducibilidad ( $\geq 95\%$ ) multi-día/lote/lab; \*data release\* y scripts.

---

## ## 2) Marco teórico depurado

**Acción efectiva mínima:**

[

$$S = \int \sqrt{-g} \left[ \frac{M_P^2}{2} R + \frac{1}{2} (\partial_\mu \Sigma)^2 + \frac{1}{2} (\partial_\mu \chi)^2 - V(\Sigma, \chi) + \mathcal{L}_{\text{mat}} \right] d^4x.$$

]

**Torque fuente y conservación:**

[

$$\begin{aligned} \mathbf{t} &= \int \mathbf{r} \times [\rho (-\nabla \Phi) + \mathbf{f}_\Sigma - \mathbf{f}_\phi] d^3x, \quad \dot{\mathbf{J}} = \mathbf{t}, \\ \mathbf{f}_\Sigma &= -\nabla (V / \partial \Sigma) + \Box \Sigma, \quad \nabla \Sigma. \end{aligned}$$

]

**Índice óptico y K-rate:**  $(n_\Sigma \simeq 1 + \kappa_\Sigma \angle \nabla^2 \Sigma \angle)$ ,  $(K \equiv d/dt \int \kappa_\Sigma \nabla^2 \Sigma, dl)$ .

---

## ## 3) Predicciones cuantitativas (con tamaños de efecto diana)

**P1. Cavidades/relojes.** ( $\Delta f/f = \kappa_{\Sigma} \nabla^2 \Sigma$ ).

**Meta:** detectar ( $\Delta f/f \geq 3 \times 10^{-16}$ ) con Allan ( $< 10^{-15} @ 10^3$  s).

**Criterio:** ( $> 5\sigma$ ) o  $BF > 150$ .

**P2. Óptica controlada.** Curvatura mínima del rayo ( $1/R = |\Omega_{\Sigma\phi}|/c$ ) en cámara térmica y \*clean room\*.

**Meta:** ( $1/R \geq 10^{-7}, \text{m}^{-1}$ ) tras sustracción de gradientes térmicos/plasma.

**P3. Interferometría atómica.** Fase extra ( $\Delta\phi_{\Sigma} = \oint |\Omega_{\Sigma}| d\mathbf{r}$ ).

**Meta:** ( $|\Delta\phi_{\Sigma}| \geq 5 \times 10^{-3}, \text{rad}$ ) con inversión de brazos.

**P4.  $\Sigma$ FET.** Lengua de Arnold con zona KPI fija:  $LI \geq 0.9$ ,  $R > 0.95$ ,  $RMSE_{SL} < 0.1$ , reproducibilidad  $\geq 95\%$ .

**Meta:** histograma multimodal en borde con vector resultante = LI y mapas p:q (3,6,9 resultados).

**P5. Sub-mm (torsión).** Cotas ( $\alpha_{\Sigma}, \lambda_{\Sigma}$ ) compatibles con P1–P3.

**Meta:** ( $|\alpha_{\Sigma}| < 10^{-2}$ ) a ( $\lambda_{\Sigma} \sim 0.1 \text{--} 1, \text{mm}$ ) o detección con  $BF > 150$ .

---

## ## 4) Diseño experimental y controles

**D1. Prerregistro.** Hipótesis, modelo, \*stopping rule\*, análisis, umbrales KPI.

**D2. Ciegos/aleatorización.** Etiquetado oculto de runs y orden de condiciones.

**D3. Controles sistemáticos.** \*Null cavity\*, vacíos alternos, dummy loads térmicos, apantallamiento EM, rotación/inversión de geometrías.



**\*\*D4. \*Manifiesto de corrida\*.** Horarios, SNR, logs, \*hash\* de firmware, versión de scripts.

**\*\*D5. Replicación.\*\*** Dos laboratorios con \*hardware\* independiente.

---

## ## 5) Pipeline estadístico

\* Ajuste jerárquico Bayesiano para  $(\Theta_{\min})$  con priors anchos.

\* Comparación de modelos: TCDS vs nulo (AIC/BIC, BF).

\* Reporte IC95% y \*poster predictive checks\*.

\* Corrección por \*multiple testing\* (Benjamini–Hochberg).

\* Publicación de datos crudos + \*notebooks\* reproducibles.

---

## ## 6) Resultados esperados y tablas de decisión

Evidencia	KPI $\Sigma$ FET	Métrica de efecto	Decisión
-----	-----	-----	-----
Fuerte	Verde en $\geq 2$ bancos + $BF > 150$	$(> 5\sigma)$	Aceptar TCDS (resultado canónico)
Moderada extensión	Verde en 1 banco + $BF$ 20–150	$3-5\sigma$	Revisión menor y
Débil/Negativa	KPIs rojos o $BF < 3$	$< 3\sigma$	Rechazar hipótesis activa

---

## ## 7) Plan de materiales y trazabilidad

BOM con versión y \*hash\*; firmware con \*commit\*; calibraciones certificadas; bitácora digital con sellado de tiempo; repositorio público (código y \*raw\*).

---

## ## 8) Riesgos y mitigación

\* \*\*R1. Señales de medio/plasma.\*\* \*Vacuum bake\*, sensores redundantes, modelado CFD-EM.

\* \*\*R2. Deriva térmica.\*\* Termostato de  $\pm 1$  mK, \*feed-forward\* con RTDs.

\* \*\*R3. Sesgos de análisis.\*\* Ciegos y preregistro; auditoría externa del código.

\* \*\*R4. Falta de \*SNR\*.\* Integración y modulación \*lock-in\*.

---

## ## 9) Métricas $\Sigma$ ( $\Sigma$ MP) a reportar

Core: ( $\mathrm{LI}$ ,  $R$ ,  $\mathrm{RMSE}^{\mathrm{SL}}$ ,  $K$ ,  $\kappa^{\mathrm{Sigma}}$ ).

Derivadas:  $p:q$ , vector de fase, reproducibilidad por día/lote/lab.

---

## ## 10) Autocrítica

\* El ansatz  $(g^{\mathrm{eff}})^{\mu\nu} = g^{\mu\nu} + \kappa_{\mathrm{Sigma}} \partial_{\mu} \partial_{\nu} \mathrm{Sigma}$  sigue siendo efectivo; se propone experimento de cavidades (P1) como falsador principal.

\* La estimación de ( $b_{\rm CGA}$ ) se hace indirecta vía métricas  $\Sigma$ FET; riesgo de degeneración con ( $\phi$ ).

\* Se minimiza complejidad manteniendo ( $\Theta_{\min}$ ) y exigiendo mejora AIC/BIC para introducir nuevos parámetros.

---

## ## 11) Entregables

\* Plantilla de **prerregistro** y **manifiesto de corrida**.

\* Tablas LaTeX para KPIs e IC95%.

\* Cálculo reproducible (notebooks) para P1–P5.

# Revisión científica de tres ejes — SPIN TCDS

## ## 0) Objetivo

Proveer un expediente listo para revisión directa en **tres ejes**: (I) Teoría parsimoniosa, (II) Evidencia experimental, (III) Inferencia y decisión. Tema: origen, conservación y firmas del **spin** en TCDS.

---

## ## Eje I — Teoría parsimoniosa (fundamentos y predicciones)

**Tesis.** El giro es el cargo de Noether de simetrías rotacionales sobre materia + campo de coherencia  $\Sigma$ . Su siembra proviene del desbalance **Empuje** (Q) vs **Fricción** ( $\phi$ ) en el sustrato  $\chi$ , que introduce un **torque fuente** ( $\mathbf{f}_{\Sigma}$ ).

**Acción mínima:**

$[S=\int\!\sqrt{-g},\frac{M_P^2}{2}R+\frac{1}{2}(\partial_\mu\Sigma)^2+\frac{1}{2}(\partial_\mu\chi)^2-V(\Sigma,\chi)+\mathcal{L}_{\rm mat}],d^4x,\quad\delta S=0.]$

**Conservación (Noether):**  $(\dot{\mathbf{J}}=0)$ .

**Torque total:**

$[\boldsymbol{\tau}=\int\mathbf{r}\times[\boldsymbol{\rho}(-\nabla\Phi)+\mathbf{f}_\Sigma-\mathbf{f}_\phi],d^3x,\quad\mathbf{f}_\Sigma=-\nabla(\partial_\mu V/\partial\Sigma)+\Box\Sigma,\nabla\Sigma.]$

**Dinámica CGA:**  $(\partial_t\Sigma=\alpha\Delta\Sigma-\beta\phi+Q)$ .

**Geometría/Óptica efectiva:**  $(g^{\rm eff}_{\mu\nu}=g_{\mu\nu}+\kappa_\Sigma\partial_\mu\partial_\nu\Sigma), (n_\Sigma\simeq 1+\kappa_\Sigma\angle\nabla^2\Sigma\angle)$ .

**Ecuación de fase (locking):**  $(\dot\theta=\Delta\omega-A\sin\theta+\xi(t))$ .

**Predicciones nucleares:**

P1. **Rayo helicoidal** en “vacío” controlado:  $(1/R=|\Omega_\Sigma\phi|/c\neq 0)$  si hay anisotropía calibrada.

P2. **Relojes/cavidades:**  $(\delta f/f=\kappa_\Sigma\angle\nabla^2\Sigma\angle)$ , deriva  $(df/dt\propto K)$ .

P3. **Atómico:** corrimientos  $1S-2S/\Lambda/\text{Zeeman}(\propto\partial^2\Sigma)$ .

P4. **ΣFET:** lenguas de Arnold; zona KPI estable  $(LI\geq 0.9, R>0.95, \text{RMSE}_{\text{SL}}<0.1; \text{reproducibilidad}\geq 95\%)$ .

P5. **Astro:**  $(a_{\rm ast})$  vs proxies de  $(\nabla^2\Sigma)$ ; rotación de polarización  $(\Delta\theta_{\rm pol}\propto\int\nabla^2\Sigma,dl)$ .

**Parámetros mínimos a estimar:**  $(\Theta_{\min}=\{\kappa_\Sigma, g, \mu, \lambda, b_{\rm CGA}\})$ .

---

**## Eje II — Evidencia experimental (diseño, tamaños de efecto, controles)**

**\*\*B1. Cavidades/relojes.\*\*** Meta: ( $|\Delta f/f| \geq 3 \times 10^{-16}$ ) con Allan ( $< 10^{-15}$  @  $10^3$  s). Controles: \*null cavity\*, bake, RTDs, apantallamiento. Decisión:  $> 5\sigma$  o  $BF > 150$ .

**\*\*B2. Óptica controlada.\*\*** Meta: ( $1/R \geq 10^{-7}$ ,  $\text{m}^{-1}$ ) tras sustracción térmica/plasma. Controles: cámara térmica, limpieza iónica, inversión geométrica, “shutters”.

**\*\*B3. Interferometría atómica.\*\*** Meta: ( $|\Delta \phi_{\Sigma}| \geq 5 \times 10^{-3}$ ,  $\text{rad}$ ); inversión de brazos y \*spin-echo\*.

**\*\*B4.  $\Sigma$ FET.\*\*** Mapas ( $(A_c, f_{\text{in}}/f_0)$ ), KPIs, histograma multimodal en borde. Reproducibilidad  $\geq 95\%$  multi-día/lote/lab. Manifiesto de corrida y control nulo.

**\*\*B5. Sub-mm (torsión).\*\*** Cotas ( $(\alpha_{\Sigma}, \lambda_{\Sigma})$ ) compatibles con B1–B3. Meta: ( $|\alpha_{\Sigma}| < 10^{-2}$ ) a ( $\lambda_{\Sigma} \sim 0.1\text{--}1$ ,  $\text{mm}$ ) o detección con  $BF > 150$ .

**\*\*Riesgos y mitigación comunes:\*\*** deriva térmica ( $\pm 1$  mK), vibración (aislamiento activo), sesgos de análisis (ciegos), acoplos EM (apantallamiento), plasma/medio (vacío y sondas redundantes).

---

## **## Eje III — Inferencia y decisión (parsimonia estadística)**

**\*\*Modelo jerárquico\*\*** para ( $\Theta_{\min}$ ) con priors anchos.

**\*\*Comparación de modelos:\*\*** TCDS vs nulo por **\*\*AIC/BIC\*\*** y **\*\*Bayes Factor\*\***.

**\*\*Stopping rule\*\*** preregistrado.

**\*\*Corrección por múltiples pruebas\*\*** (Benjamini–Hochberg).

**\*\*Reproducibilidad\*\***:  $\geq 95\%$  y auditoría externa de código.

**\*\*Reporte:\*\*** IC95%, \*poster predictive checks\*, \*hash\* de datos y firmware.

**\*\*Tabla de decisión:\*\***

Evidencia combinada   KPIs	BF / $\sigma$	Decisión	
-----	-----	-----	
Fuerte	Verde en $\geq 2$ bancos	$BF > 150$ o $> 5\sigma$	Aceptar resultado canónico
Moderada	Verde en 1 banco	$BF\ 20\text{--}150$ o $3\text{--}5\sigma$	Revisar menor y extender
Débil/Negativa	Rojo	$BF < 3$ o $< 3\sigma$	Rechazar hipótesis activa

---

## Apéndices (1–2 págs cada uno)

- A1. Derivación de  $(\mathbf{f}_{\Sigma})$  desde  $(T_{\mu\nu})$ .
- A2. Cálculo del rayo helicoidal (condición  $(R=c/|\Omega_{\Sigma\phi}|)$ ).
- A3. Plantilla de prerregistro y manifiesto de corrida.
- A4. Esquemas de hardware y BOM con versiones/\textit{hash}.

---

## Autocrítica

El ansatz  $(g^{\rm eff})$  es efectivo;  $(\kappa_{\Sigma})$  y  $(b_{\rm CGA})$  requieren medición directa. Se controla complejidad con  $(\Theta_{\min})$ . Las metas de efecto son exigentes pero alcanzables con tecnología actual; el éxito depende de controles sistemáticos y replicación externa.

