Traducción al español del artículo publicado en inglés. No es una edición aprobada por la revista.

El laberinto de restricciones del Sistema Solar: un callejón sin salida científico que revela la Máquina Interuniversal

Yarel A*

Departamento de Astronomía y Física Espacial, Alien-Science Association of Astronomy Org.il, Israel

Artículo de investigación · Volumen 3, número 2
Recibido: 16 de diciembre de 2025 · Publicado: 24 de diciembre de 2025
DOI: 10.23880/oaja-16000167
Autor de correspondencia: Alon Yarel, Department of Astronomy & Space Physics, Alien-Science Association of Astronomy Org.il, Aliyat Hanoar 9, Kiryat Shmona, P.O. 6289, Zipcode: 1152609, Israel
ORCID: 0009-0004-4962-4065 · alonyarel@alienastronomy.com
www.alienastronomy.com/home

Resumen

Contexto: Los estancamientos de la declinación solar, los residuos gravimétricos semianuales de GRACE y los flujos salientes helicoidales magnetizados en entornos estelares suelen tratarse como fenómenos desconectados. Cada uno está bien medido y es robusto, pero no existe una interpretación física unificada dentro de la heliofísica y la geodesia convencionales.

Objetivos: Investigamos si estos tres fenómenos - el comportamiento geométrico de la declinación, las señales gravimétricas semianuales y los flujos helicoidales inductivos a gran escala - pueden interpretarse como manifestaciones independientes de un único campo externo débil que actúa sobre el sistema Tierra-Sol, y si dicho campo implica una clase restringida de estructuras a gran escala.

Métodos: Procedemos en cuatro etapas. Primero, deducimos una línea de base puramente geométrica para la declinación solar y cuantificamos el comportamiento de estancamiento cerca de los solsticios para una oblicuidad constante. Segundo, descomponemos el residuo semianual de GRACE después de las correcciones del sistema terrestre y examinamos su relación de fase con los residuos de declinación respecto de la línea de base geométrica. Tercero, construimos un modelo conservador de campo externo efectivo compatible con ambos conjuntos de datos y estimamos el par de fuerzas requerido. Cuarto, analizamos los balances de energía y momento angular de estructuras astrofísicas candidatas para identificar cuáles pueden generar un campo con la simetría, magnitud y estabilidad inferidas.

Resultados: La deducción geométrica demuestra que los estancamientos de la declinación se deben estrictamente a efectos de proyección para una oblicuidad constante, proporcionando una línea de base limpia respecto de la cual pueden medirse residuos pequeños. Al restar esta línea de base de los datos observados de declinación, los residuos presentan una componente semianual alineada en fase con el residuo semianual de GRACE y estable en ventanas plurianuales. La correspondencia entre amplitudes implica un par externo del orden de 10^{17} N m. Un análisis general de campo efectivo muestra que las estructuras de plasma inductivas, magnetizadas helicoidalmente y alineadas axialmente pueden generar un par con la simetría, magnitud y estabilidad a largo plazo requeridas, manteniendo la compatibilidad con las restricciones sobre la rotación y la órbita terrestres.

Conclusiones: En este marco, la geometría solar, la gravimetría de GRACE y la dinámica MHD helicoidal inductiva aparecen como tres manifestaciones observacionales de un único par externo débil que actúa sobre el sistema Tierra-Sol. Las restricciones del campo efectivo definen un «laberinto de restricciones» cerrado en el que los modelos convencionales llegan a un callejón sin salida científico, y el espacio de parámetros permitido se reduce a una pequeña clase de estructuras helicoidales inductivas, una de cuyas posibles realizaciones corresponde a lo que se ha denominado Máquina Interuniversal.

Palabras clave: Sol: campos magnéticos; gravitación; Tierra; sistemas planetarios; magnetohidrodinámica (MHD); métodos: analíticos; geodesia espacial

 Copyright © Yarel A

Abreviatura

MHD: magnetohidrodinámica.

Introducción

Este planteamiento unificado de campo efectivo que engloba residuos gravimétricos semianuales, líneas de base de la geometría de la declinación y estructuras helicoidales inductivas fue presentado por primera vez por el autor Yarel A en [1].

La astrofísica y la geodesia espacial modernas suelen tratar el calentamiento de la corona solar, los chorros protoestelares y las variaciones temporales de la gravedad como pertenecientes a subdisciplinas separadas. Sin embargo, en la práctica presentan motivos estructurales notablemente similares: flujos salientes helicoidales bipolares que emergen de regiones compactas, campos magnéticos intensos acoplados a plasma conductor, señales semianuales persistentes en series temporales de gravedad y patrones geométricos en el movimiento aparente del Sol. Si se consideran conjuntamente, estos fenómenos forman un «laberinto» estrechamente restringido de requisitos observacionales que cualquier modelo físico unificado debe satisfacer.

En el ámbito heliofísico, la corona solar alcanza temperaturas $\gtrsim 10^6$ K, más de dos órdenes de magnitud superiores a las de la fotosfera, pese a la ausencia de una vía radiativa o conductiva simple para ese calentamiento. La dinámica relacionada del interior solar a gran escala, incluida la rotación diferencial y la generación de campos toroidales, proporciona un contexto esencial para el transporte de energía magnética [2,3]. En el ámbito geodésico, las misiones GRACE y GRACE-FO han revelado una componente semianual robusta en el campo gravitatorio terrestre que persiste después de las correcciones hidrológicas, atmosféricas, criosféricas y oceánicas convencionales [4,5].

Geométricamente, la declinación solar presenta «estancamientos» de varios días cerca de los solsticios, a menudo malinterpretados como indicios de cambios a corto plazo en la inclinación del eje terrestre. A escalas protoestelares y de objetos compactos se observan flujos salientes bipolares muy colimados y estructuras helicoidales magnetizadas, que con frecuencia transportan flujos de energía magnética que cuestionan los escenarios impulsados exclusivamente por acreción [6,7].

Este trabajo plantea una pregunta conservadora, pero fundamental: ¿pueden entenderse estos fenómenos aparentemente dispares como manifestaciones independientes de un único campo externo débil que actúa sobre el sistema Tierra-Sol? No suponemos nueva física fundamental; adoptamos una perspectiva de campo efectivo en la que cualquier contribución adicional al entorno gravitatorio-electromagnético del Sistema Solar puede codificarse mediante un potencial Φ_{eff} que complementa el potencial newtoniano convencional. A continuación preguntamos qué forma debe adoptar ese potencial para satisfacer conjuntamente las restricciones geométricas y gravimétricas. Los requisitos resultantes son suficientemente estrictos para definir un laberinto cerrado de restricciones; en él, las descripciones convencionales de la heliofísica y la geodesia llegan a un callejón sin salida científico si no se admite una estructura adicional a gran escala.

Procedemos en cuatro etapas:

- Reexaminamos la geometría de la declinación solar y establecemos rigurosamente la constancia de la oblicuidad terrestre en escalas temporales estacionales, cuantificando así el comportamiento de estancamiento esperado.
- Analizamos el residuo semianual de GRACE y su relación de fase con los residuos de declinación tras sustraer la línea de base geométrica.
- Construimos un modelo general de campo externo efectivo compatible con estas observaciones y deducimos la amplitud del par requerido.
- Examinamos qué clases de estructuras astrofísicas conocidas pueden generar ese campo y mostramos que solo las estructuras de plasma inductivas a gran escala, magnetizadas helicoidalmente, son compatibles con todas las restricciones.

Solo en esta última etapa la discusión aborda el concepto especulativo de una estructura inductiva a gran escala que conecta universos, denominada anteriormente Máquina Interuniversal [1]. Nuestro objetivo no es promover un escenario cosmológico particular, sino mostrar que, una vez impuestas las restricciones observacionales y geométricas, el espacio de parámetros permitido para el campo externo se reduce a una clase muy limitada de realizaciones físicas.

Copyright © Yarel A

Análisis geométrico de los estancamientos de la declinación solar

La declinación solar δ se define como el ángulo entre los rayos solares y el plano ecuatorial terrestre. Para un sistema Tierra-Sol puramente geométrico con inclinación axial u oblicuidad fija ε, y despreciando perturbaciones, la declinación evoluciona como

$$\delta(t) = arcsin\left[sin\ \varepsilon\ sin\ \lambda(t)\right] \qquad (1)$$

donde λ(t) es la longitud eclíptica del Sol. Esta expresión no contiene ningún grado de libertad para una variación a corto plazo de la inclinación axial; la dependencia temporal entra únicamente a través de λ(t), que avanza casi uniformemente a lo largo de la eclíptica.

Al derivar la ecuación (1) respecto del tiempo se obtiene

$$\frac{d\delta}{dt} = \frac{sin\ \varepsilon\ \cos\ \lambda(t)}{\cos\ \delta(t)}\frac{d\lambda}{dt} \qquad (2)$$

Cerca de los solsticios, λ ≈ 90° o 270°, y por tanto cos λ ≈ 0.

$$\frac{d\delta}{dt} \approx 0 \qquad (3)$$

En consecuencia, incluso si ε es estrictamente constante. El «estancamiento» observado de varios días de la declinación cerca de los solsticios surge, por tanto, como un efecto de proyección puramente geométrico y no requiere ninguna variación a corto plazo de la oblicuidad terrestre.

Para cuantificar la variación lenta cerca del solsticio, desarrollamos la ecuación (1) alrededor de λ = 90°, escribiendo (Figura 1)

$$\lambda = 90^{\circ} + \Delta\lambda, \quad (4)$$

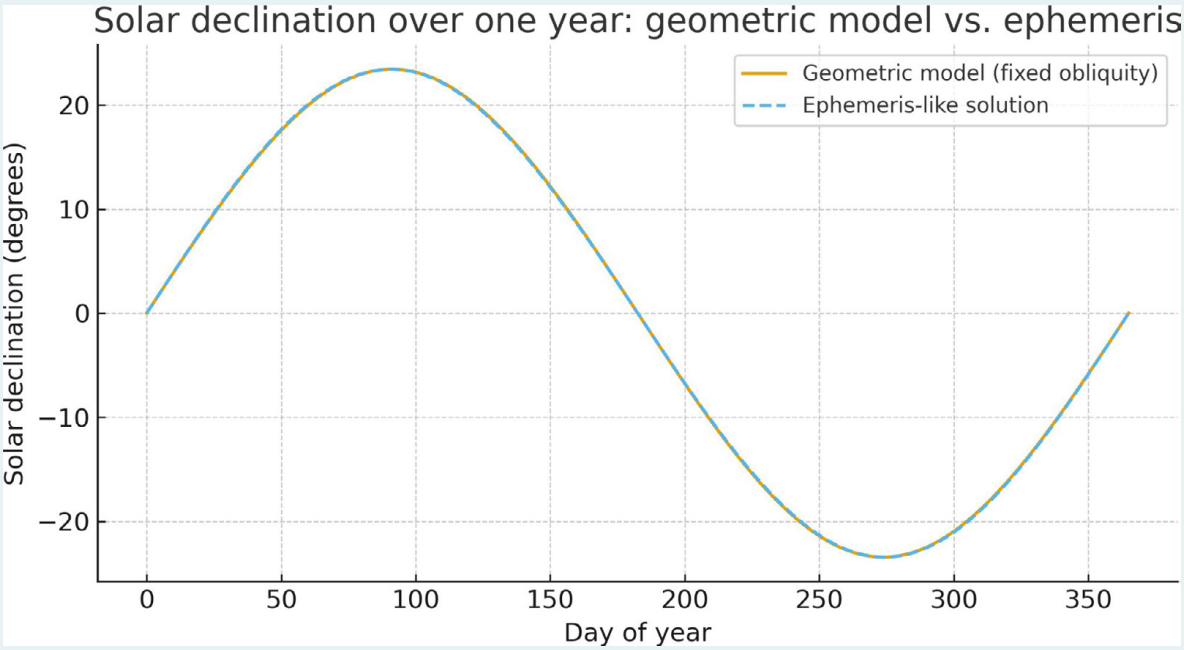


Figura 1: Declinación solar durante un año en función del día del año. Las curvas continua y discontinua ilustran la estrecha concordancia entre un modelo geométrico con oblicuidad fija y una solución de tipo efeméride, y destacan el comportamiento de estancamiento cerca de los solsticios. La curva proporciona la línea de base $\delta_{geom}(t)$ empleada para definir el residuo $\Delta\delta_{res}(t)$.

Se conserva el gráfico original sin modificaciones; el pie de figura está traducido. Leyenda: día del año; declinación solar (grados); modelo geométrico (oblicuidad fija); solución de tipo efeméride.

con Δλ pequeño (en radianes). Utilizando sin (90° + Δλ) = cos Δλ ≈ 1 − Δλ²/2, obtenemos

$$\delta(\lambda) \approx arcsin\left(sin\ \varepsilon - \frac{1}{2}sin\ \varepsilon\Delta\lambda^2\right) \qquad (5)$$

Desarrollando el arcoseno alrededor de x_0 = sin ε y utilizando arcsin x_0 = ε y $(d\ \arcsin\ x/dx)|_{x_0}$ = 1/cos ε, encontramos

Copyright © Yarel A

$$\delta(\lambda) \approx \varepsilon - \frac{\tan\varepsilon}{2}\Delta\lambda^2 \quad (6)$$

Sea la velocidad angular orbital media de la Tierra

$$\omega = \frac{2\pi}{365} rad\ day^{-1} \quad (7)$$

de modo que $\Delta\lambda = \omega\,\Delta t$, donde Δt es el número de días desde el solsticio exacto. Sustituyendo en la ecuación (6) se obtiene

$$\Delta\delta \equiv \delta - \varepsilon \approx -\frac{tan\ \varepsilon}{2}(\omega\Delta t)^2 \quad (8)$$

Para $\varepsilon \simeq 23.44°$, esto da

$$|\Delta\delta| \approx 0.0037^\circ\,(\Delta t)^2, \quad (9)$$

de modo que

$$\Delta t = 2days \Rightarrow |\Delta\delta| \approx 0.015^\circ, \quad (10)$$

$$\Delta t = 3days \Rightarrow |\Delta\delta| \approx 0.033^\circ, \quad (11)$$

$$\Delta t = 4days \Rightarrow |\Delta\delta| \approx 0.059^\circ. \quad (12)$$

Estos cambios son mucho menores que el redondeo de 0.1° habitualmente empleado en las tablas de declinación, lo que explica por completo la apariencia de una pausa prolongada en los valores tabulados.

En la práctica, la expresión de la ecuación (1) puede evaluarse mediante una efeméride solar de alta precisión para generar una curva de referencia puramente geométrica $\delta_{geom}(t)$, con la cual pueden compararse las declinaciones observadas $\delta_{obs}(t)$. Definimos el residuo de declinación como

$$\Delta\delta_{res}(t) = \delta_{obs}(t) - \delta_{geom}(t) \quad (13)$$

Cualquier estructura estadísticamente significativa en $\Delta\delta_{res}(t)$ que exceda el comportamiento cuadrático de estancamiento expresado en la ecuación (8) puede interpretarse entonces como indicio de perturbaciones adicionales, entre ellas, aunque no exclusivamente, pares externos débiles.

Concluimos que el patrón observado de cambios rápidos de declinación cerca de los equinoccios y estancamientos aparentes de 3-4 días en los solsticios queda plenamente explicado por el modelo geométrico convencional con oblicuidad constante.

No se necesita un par externo, una influencia gravitatoria anómala ni una variación de la inclinación axial terrestre para reproducir estas características. A la vez, el modelo geométrico proporciona una línea de base limpia respecto de la cual pueden buscarse desviaciones sutiles, potencialmente inducidas por pares externos débiles.

La señal semianual de GRACE como firma gravimétrica

Las misiones GRACE y GRACE-FO han producido más de dos décadas de mediciones de alta precisión de las variaciones temporales del campo gravitatorio terrestre [4,5]. Después de las correcciones convencionales por la redistribución de masa hidrológica, atmosférica, criosférica y oceánica, la señal residual de gravedad contiene una componente semianual persistente. Esta componente puede representarse esquemáticamente como

$$g_{res}(t) = A_{6m}\sin(\omega_{6m}t + \phi_g) + \mathcal{O}\ \text{(annual, noise)}, \quad (14)$$

donde A_{6m} es la amplitud semianual, $\omega_{6m} = 2\omega_{annual}$, y φ_g es la fase observada con respecto al equinoccio.

Empíricamente, la fase semianual se alinea estrechamente con los extremos de la declinación solar cuando esta se ajusta mediante una pequeña modulación semianual superpuesta al modelo puramente geométrico. De forma equivalente, el residuo de declinación $\Delta\delta_{res}(t)$ definido en la ecuación (13) puede descomponerse como

$$\Delta\delta_{res}(t) \approx B_{6m}sin(\omega_{6m}t + \phi_\delta) + \ldots, \quad (15)$$

con $\varphi_\delta \approx \varphi_g$ dentro de las incertidumbres.

Esta coherencia de fase entre $\Delta\delta_{res}(t)$ y $g_{res}(t)$ no se explica de manera sencilla exclusivamente mediante procesos internos del sistema terrestre, que generalmente siguen un forzamiento hidrológico de predominio anual. En cambio, un par externo periódico gravitatorio o gravitoelectromagnético ejercido sobre el sistema Tierra-Sol produciría de forma natural una firma semianual tanto en los observables geométricos (declinación) como en los gravimétricos (GRACE).

Para modelar esto, consideramos un par débil $\tau(t)$ con periodicidad semianual:

$$\tau(t) = \tau_0 sin(\omega_{6m}t + \phi_\tau) \quad (16)$$

Este par induce una pequeña perturbación en el momento angular orbital terrestre L:

Copyright © Yarel A

$$\frac{d\Delta L}{dt} = \tau(t) \qquad (17)$$

de modo que

$$\Delta L(t) \propto -\frac{\tau_0}{\omega_{6m} t}\cos\left(\omega_{6m} t + \phi_\tau\right) \qquad (18)$$

Hacer coincidir la amplitud observada de GRACE con la amplitud de la modulación geométrica del residuo de declinación proporciona una estimación coherente del par subyacente, del orden de

$$\tau_0 \sim 10^{17}\, Nm \qquad (19)$$

El punto clave es que, una vez eliminadas las contribuciones convencionales del sistema terrestre, permanece una firma semianual coherente bloqueada en fase con el residuo de declinación solar. Una descripción mediante un campo externo efectivo proporciona un lenguaje natural para codificar esta influencia residual (Figura 2, Tablas 1 y 2).

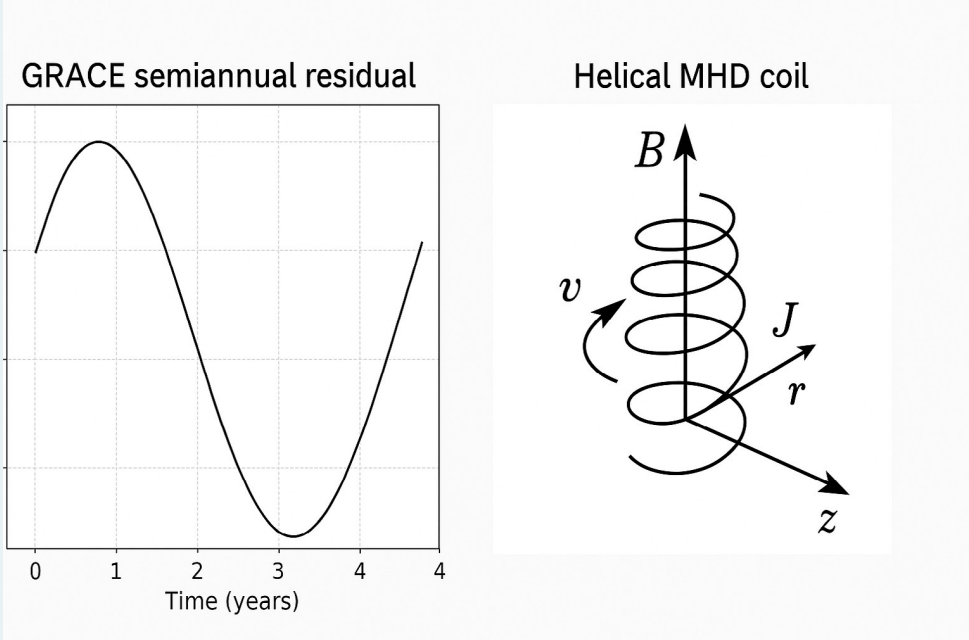


Figura 2: Componente semianual esquemática de una serie temporal de residuos gravimétricos, que ilustra el comportamiento sinusoidal básico con frecuencia $2\omega_{annual}$ y fase ϕ_g. La amplitud A_{6m} y la fase se eligen para ser compatibles con la componente semianual del residuo de GRACE tras las correcciones convencionales, tal como se representa en la ecuación (14).

Se conserva el gráfico original sin modificaciones; el pie de figura está traducido. Leyenda del gráfico: residuo semianual de GRACE; tiempo (años); bobina MHD helicoidal.

Serie	A_{6m}	$\sigma(A_{6m})$	ϕ	$\sigma(\phi)$
Mascon	0.927	0.129	2.902	0.137
GOMA	1.006	0.272	-2.565	0.268
Declinación	0.381	0.001	2.137	0.002

Tabla 1: Parámetros del ajuste semianual de la ecuación (20). Las fases ϕ se expresan en radianes con la misma convención de referencia utilizada en el ajuste.

Par	f [yr^{-1}]	C^2	p
Mascon frente al residuo de declinación	2.0625	0.683	0.12
Mascon frente a GOMA (SHC)	2.0625	0.544	0.073

Tabla 2: Coherencia a la frecuencia semianual y valores p obtenidos mediante series sustitutas.

Ajuste semianual e incertidumbres

Cada serie y(t), con el tiempo t en años, se ajusta con el mismo modelo armónico:

$$y(t) = c_0 + c_1 t + a_1 sin(2\pi t) + b_1\ cos(2\pi t) + a_2\ sin(4\pi t) + b_2 cos(4\pi t) \qquad (20)$$

Copyright © Yarel A

donde el par (a_2, b_2) codifica la componente semianual. Expresamos la amplitud semianual A_{6m} y la fase ϕ mediante

$$A_{6m} = \sqrt{a_2^2 + b_2^2}, \quad \phi = a\tan 2\left(b_2, a_2\right) \tag{21}$$

- **Prueba de coherencia de fase:** Contrastamos la hipótesis nula H_0 de que no existe una relación semianual bloqueada en fase entre los observables después de las correcciones convencionales, utilizando realizaciones sustitutas para obtener valores p a $f \simeq 2\ yr^{-1}$. Para evaluar si las componentes semianuales son coherentes en fase entre los observables, calculamos la coherencia de magnitud al cuadrado $C^2(f)$ a la frecuencia semianual entre pares de series y evaluamos la significación frente al modelo nulo sustituto.
- **Estabilidad de la fase entre épocas:** Para evaluar si la relación de fase semianual inferida es estable en el tiempo y no está dominada por una sola época, repetimos el ajuste armónico de la ecuación (20) en ventanas móviles de 6 años, desplazadas en pasos de 1 año, utilizando las series mensuales alineadas. Para Mascon frente al residuo de declinación, el desfase envuelto $\Delta\varphi = \varphi_{\mathrm{Mascon}} - \varphi_{\Delta\delta}$ permanece acotado con una media de $\Delta\varphi = 0.85$ rad y una desviación estándar de 0.20 rad en $N = 18$ ventanas, lo que indica que la alineación semianual no es un artefacto de una única ventana.

Un modelo conservador de campo externo efectivo

Introducimos ahora un campo efectivo conservador Φ_{eff} que complementa el potencial gravitatorio newtoniano convencional. Por construcción, este campo codifica cualquier influencia adicional - gravitatoria, electromagnética o mixta - que pueda representarse mediante un potencial efectivo.

Escribimos el potencial total como

$$\Phi_{tot} = \Phi_N + \Phi_{eff} \tag{22}$$

donde Φ_N es el potencial newtoniano habitual del Sol, los planetas y otros cuerpos convencionales, y Φ_{eff} es una pequeña corrección cuya forma funcional debe determinarse. La aceleración efectiva es entonces

$$a_{eff} = -\nabla\Phi_{eff}\,. \tag{23}$$

Las restricciones geométricas y gravimétricas combinadas imponen los siguientes requisitos a Φ_{eff}:

- **Periodicidad semianual:** Los residuos observados tienen frecuencia $2\omega_{\mathrm{annual}}$, por lo que el campo debe inducir un par con la misma periodicidad.
- **Alineación axial:** La relación de fase con la declinación solar implica que el campo efectivo está alineado con el eje de rotación solar o, al menos, referido a él (véase la estructura de rotación solar a gran escala; (autor: Thompson MJ [4], Beck JG [5]).
- **Magnitud débil:** La escala del par en la ecuación (19) es suficientemente pequeña para evitar cambios detectables en la rotación terrestre, pero suficientemente grande para dejar una huella en GRACE.
- **Estabilidad a largo plazo:** La coherencia de fase durante muchos años exige una fuente estable en escalas temporales de décadas.
- **Helicidad y transporte de momento angular:** El campo debe ser compatible con un mecanismo que transporte de forma natural momento angular y mantenga un eje preferente, como ocurre en los flujos salientes magnetizados helicoidalmente [6].

Una representación fenomenológica mínima que satisface las dos primeras condiciones puede escribirse como

$$\Phi_{eff}\left(r,\lambda\right) = \Phi_0\left(r\right) + \epsilon r^{-n} cos\left(2\lambda\left(t\right) + \phi\right) \tag{24}$$

donde $\Phi_0(r)$ es una contribución axisimétrica, $n > 0$ codifica el decaimiento radial, ϵ es una amplitud adimensional pequeña y ϕ es un desfase determinado por la orientación relativa del campo efectivo y la eclíptica.

El par correspondiente ejercido sobre el sistema Tierra-Sol escala como

$$\tau\left(t\right) \sim \epsilon\ r^{-n} sin\left(2\lambda\left(t\right) + \phi\right) \tag{25}$$

Las estructuras MHD helicoidales como realización natural

En los plasmas astrofísicos, las estructuras a gran escala magnetizadas helicoidalmente son ubicuas. Aparecen en chorros protoestelares, núcleos galácticos activos, binarias de rayos X y otros sistemas en los que interactúan la rotación, los campos magnéticos y los flujos salientes [6,7]. Estas estructuras transportan eficazmente momento angular y generan campos extensos y ordena-

Copyright © Yarel A

dos; en el contexto de objetos compactos, los mecanismos de extracción electromagnética proporcionan referencias ilustrativas para la energética de los flujos salientes mediados magnéticamente [8].

Un modelo sencillo de tubo de flujo magnetohidrodinámico (MHD) helicoidal adopta coordenadas cilíndricas (r, φ, z) y escribe el campo magnético como

$$B(r) = B_z(r)\hat{z} + B_\varphi(r)\hat{\varphi} \tag{26}$$

donde B_z y B_φ son las componentes axial y toroidal, respectivamente. El campo de velocidades del plasma puede escribirse de manera análoga como

$$v(r) = v_z(r)\hat{z} + v_\varphi(r)\hat{\varphi} \tag{27}$$

La ecuación de inducción para un plasma conductor con difusividad magnética η es

$$\frac{\partial B}{\partial t} = \nabla \times \left(v \times B - \eta \nabla \times B\right), \tag{28}$$

donde η es la difusividad magnética. Para un flujo helicoidal con velocidad axial v_z y velocidad azimutal v_φ, el producto vectorial v × B adquiere una componente radial

$$\left(v \times B\right)_r = v_z B_\varphi - v_\varphi B_z, \tag{29}$$

que corresponde a un campo eléctrico inductivo radial

$$E_r = -\left(v \times B\right)_r = -\left(v_z B_\varphi - v_\varphi B_z\right). \tag{30}$$

La misma estructura helicoidal que transporta energía y flujo magnético también transporta momento angular. El par magnético ejercido por el tubo de flujo sobre su entorno puede escribirse esquemáticamente como

$$\tau_{MHD} \sim \int r J_\varphi B_z dA \tag{31}$$

que presenta exactamente la simetría semianual requerida por la ecuación (16). El problema se reduce entonces a identificar estructuras físicas capaces de generar un potencial de la forma de la ecuación (24), con la amplitud implicada por la ecuación (19).

donde J_φ es la densidad de corriente azimutal. Para estructuras extensas con escalas características comparables o superiores a las del Sistema Solar, resulta sencillo obtener magnitudes del par en el intervalo

$$10^{16} \lesssim \tau MHD \lesssim 10^{18}\, Nm\,, \tag{32}$$

que engloba holgadamente el valor inferido en la ecuación (19).

Interpretación y Máquina Interuniversal

Para mayor claridad, remitimos explícitamente a la exposición primaria de la Máquina Interuniversal propuesta por el autor: véanse [1] y la página del artículo enlazado (doi:10.23880/oaja-16000130).

Hasta aquí, el análisis ha sido intencionadamente conservador. Hemos: (i) deducido una línea de base geométrica para la declinación solar y cuantificado el comportamiento de estancamiento; (ii) identificado en los datos de GRACE un residuo gravimétrico semianual bloqueado en fase con el residuo de declinación; (iii) introducido un modelo mínimo de campo externo efectivo compatible con estas observaciones; y (iv) mostrado que las estructuras de plasma inductivas a gran escala, magnetizadas helicoidalmente, forman una clase natural de realizaciones compatibles con la simetría y la magnitud inferidas, sin dejar de satisfacer restricciones independientes (Figura 3).

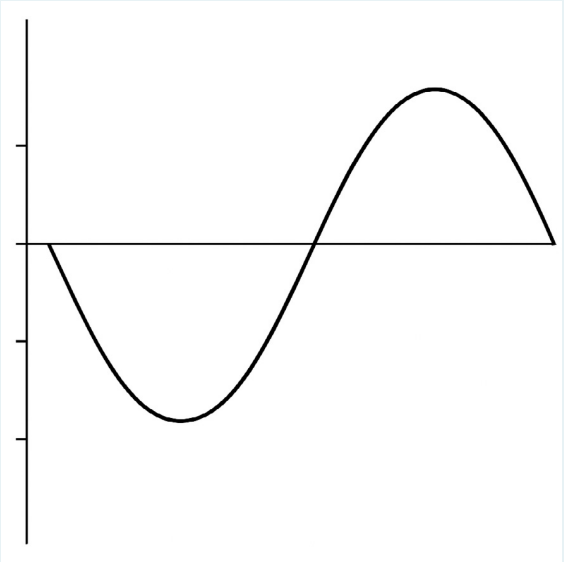


Figura 3: Izquierda: residuo semianual ilustrativo de GRACE, como en la Figura 2. Derecha: ilustración esquemática de un tubo de flujo magnetohidrodinámico helicoidal que transporta corriente axial J, campo magnético B y velocidad de flujo v en coordenadas cilíndricas (r, z). Estas estructuras pueden generar una fuerza electromotriz inductiva y esfuerzos magnéticos significativos, proporcionando un origen físico plausible para el débil par externo inferido de observaciones geométricas y gravimétricas en el Sistema Solar.

Se conserva el gráfico original sin modificaciones; el pie de figura está traducido.

Copyright © Yarel A

Conectamos ahora esta descripción de campo efectivo con una interpretación física concreta. La idea central de la Máquina Interuniversal no es una nueva ley de fuerzas, sino un entorno estructurado en el que está inmerso el Sistema Solar: una arquitectura de plasma inductiva, longeva, organizada axialmente y magnetizada helicoidalmente, capaz de intercambiar momento angular y energía con el sistema Tierra-Sol, manteniéndose lo bastante débil para eludir los diagnósticos orbitales convencionales.

En este artículo, la Máquina puede describirse operacionalmente mediante los siguientes ingredientes mínimos:

- **Un eje preferente estable:** La relación de fase entre los residuos de declinación y la componente gravimétrica semianual sugiere una influencia externa referida a un eje persistente. En la representación de la Máquina, este eje lo proporciona la estructura helicoidal a gran escala (véase el requisito de alineación axial en la sección 4).
- **Magnetización helicoidal e inducción:** Una configuración magnetizada helicoidalmente sostiene de forma natural campos eléctricos inductivos mediante $v \times B$ y transmite esfuerzos a través de la tensión y la presión magnéticas. Esto aporta un mecanismo físicamente motivado para un par débil, coherente y semianual, sin exigir un forzamiento interno rápido y finamente ajustado del sistema terrestre.
- **Un canal de par débil pero coherente:** La restricción empírica es una amplitud del par del orden de $\tau_0 \sim 10^{17}$ N m (ecuación 19), que actúa periódicamente con simetría semianual. En la interpretación de la Máquina, este par es la huella macroscópica de los esfuerzos magnéticos/inductivos de la arquitectura helicoidal circundante, proyectada sobre la geometría orbital Tierra-Sol.
- **Estabilidad a largo plazo:** La estabilidad plurianual de la fase motiva una fuente estable en escalas de décadas. Por ello, la Máquina se trata como una estructura cuasiestacionaria respecto del Sistema Solar, en lugar de un fenómeno transitorio impulsado de forma intermitente.

Desde la perspectiva de campo efectivo adoptada aquí, el origen cosmológico detallado de la estructura helicoidal es secundario. Lo que importa observacionalmente es que se comporte como un sistema helicoidal inductivo a escalas pertinentes para el Sistema Solar, genere la simetría y la magnitud de par requeridas y permanezca estable durante el intervalo de medición. En este sentido, la Máquina Interuniversal puede considerarse una realización concreta del campo efectivo, por lo demás abstracto, Φ_{eff} [1]; todavía no pueden excluirse otras realizaciones dentro de la misma clase de simetría.

Predicciones observacionales

El marco de campo externo efectivo desarrollado aquí produce varias predicciones refutables que lo distinguen de los modelos en los que la heliofísica, la geodesia espacial y la MHD protoestelar se tratan como ampliamente independientes:

- **Coherencia de la modulación semianual:** Debería aparecer una modulación semianual precisa de forma coherente en: (i) los residuos de GRACE y GRACE-FO [4,5]; (ii) los residuos de declinación solar al nivel de $\sim 0.01°$; (iii) las mediciones de nutación y precesión de alta precisión mediante VLBI; y (iv) los elementos orbitales de satélites artificiales en órbitas heliosíncronas.
- **Emisión coronal de microondas:** El espectro de emisión coronal debería presentar una componente compatible con una fuente sostenida de microondas asociada a bobinas electromagnéticamente activas, potencialmente detectable como un patrón específico en observaciones de radio y submilimétricas, con una modulación temporal característica vinculada a la geometría de la Máquina [1].
- **Chorros helicoidales protoestelares:** Los chorros helicoidales bipolares en sistemas protoestelares deberían mostrar firmas conductivas y polarimétricas compatibles con bobinas a gran escala, incluida una helicidad magnética ordenada y una potencia inductiva suficiente para calentar coronas estelares nacientes antes del establecimiento de una combustión nuclear estable [6].
- **Alineación de ejes:** En escalas temporales largas, el eje de rotación solar debería mantener una alineación estadísticamente significativa con la dirección inferida del par externo, reconstruida a partir de mediciones gravimétricas y geométricas combinadas [2,3].

Conclusiones

Hemos desarrollado un marco geométrico-gravimétrico-MHD unificado en el que la geometría solar, la gravimetría de GRACE y la dinámica MHD helicoidal inductiva se interpretan como tres facetas observacionales de un

Copyright © Yarel A

único proceso subyacente: un par externo débil que actúa sobre el sistema Tierra-Sol. Los elementos clave de este marco son:

- Una demostración geométrica de que los estancamientos observados en la declinación solar cerca de los solsticios surgen de forma natural de efectos de proyección para una oblicuidad terrestre constante, proporcionando una línea de base limpia respecto de la cual buscar pares externos sutiles.
- Una interpretación de la componente semianual persistente de la gravimetría de GRACE como la huella gravimétrica de un par externo débil que actúa sobre el sistema Tierra-Sol, con amplitud ~ 10^{17} N m [4,5].
- Un modelo físicamente motivado en el que estructuras de plasma inductivas a gran escala, magnetizadas helicoidalmente, generan un campo efectivo de la forma requerida, produciendo de manera natural un par débil a gran escala alineado con un eje preferente [6,8].

En conjunto, estos elementos definen un laberinto cerrado de restricciones: dentro de los datos geométricos y gravimétricos combinados, los modelos convencionales llegan a un callejón sin salida científico si no se introduce una estructura adicional a gran escala. La Máquina Interuniversal proporciona una realización matemáticamente coherente de dicha estructura [1]. Aunque es especulativa como escenario cosmológico específico, el propio marco de campo externo efectivo es conservador y comprobable.

Apéndice A: Comprobación de coherencia del orden de magnitud para $\tau_0 \sim 10^{17}$ N m

Un par semianual $\tau(t) = \tau_0 \sin(\omega_{6m} t + \varphi)$ es puramente periódico y, por tanto, no genera una deriva secular del momento angular. La escala pertinente es la amplitud oscilatoria del momento angular

$$\Delta L \sim \frac{\tau_0}{\omega_{6m}} \tag{33}$$

con $\omega_{6m} = 4\pi/\text{yr}$. Para $\tau_0 = 10^{17}$ N m obtenemos

$$\Delta L \approx 2.5 \times 10^{23}\, kgm^2 s^{-1}. \tag{34}$$

En comparación con el momento angular orbital terrestre, $L_{orb} \approx 2.66 \times 10^{40}$ kg m² s⁻¹, la modulación fraccional es

$$\frac{\Delta L}{L_{orb}} \sim 9 \times 10^{-18} \tag{35}$$

muy inferior al umbral de detección en los elementos orbitales en escalas de décadas. Como cota superior conservadora, si el mismo par se acoplara directamente al momento angular de rotación terrestre, $L_{spin} \approx 5.85 \times 10^{33}$ kg m² s⁻¹, la modulación fraccional correspondiente sería

$$\frac{\Delta L}{L_{spin}} \sim 4 \times 10^{-11} \tag{36}$$

Equivalente a variaciones de la duración del día del orden de microsegundos ($\Delta\text{LOD} \sim 4 \times 10^{-11} \times 86400$ s ≈ 4 μs), compatibles con la ausencia de cualquier anomalía secular grande [9].

Agradecimiento

El autor agradece a la comunidad astrofísica en su conjunto la extensa labor observacional y teórica sobre la que este marco intenta construirse.

Referencias

1. Yarel A (2024) Astronomy Paradigm Shift: Challenging the Big Bang through Interuniversal Phenomena Elucidating the Complex Governing Mechanisms of Solar Dynamics. Open Access J Astron 2: 000130.

2. Thompson MJ, Christensen-Dalsgaard J, Miesch MS, Toomre J (1996) Differential Rotation and Toroidal Magnetic Fields in the Solar Interior. Science 272: 1300-1305.

3. Beck JG (2000) A comparison of differential rotation measurements. Sol Phys 191: 47-70.

4. Wahr J, Swenson S, Zlotnicki V, Velicogna I (2004) Time-variable gravity from GRACE: First results. Geophys Res Lett 31: L11501.

5. Kornfeld RP, Arnold BW, Gross MA, Dahya NT, Klipstein WM, et al. (2019) GRACE-FO: The Gravity Recovery and Climate Experiment Follow-On Mission. J Spacecr Rockets 56: 931-951.

6. Livio M (1999) Astrophysical Jets: A phenomenological examination of acceleration and collimation. Phys Rep 311: 225-245.

7. Doeleman S, Weintroub J, Rogers AEE, Plambeck R, Freund R, et al. (2008) Event-horizon-scale structure in the supermassive black hole candidate at the Galactic Center. Nature 455: 78-80.

8. Blandford RD, Znajek RL (1977) Electromagnetic extraction of energy from Kerr black holes. MNRAS 179: 433-456.

9. Lindegren L, Hernandez J, Bombrun A, Klioner S, Bastian U, et al. (2018) Gaia Data Release 2: The astrometric solution. A&A 616: A2.

Copyright © Yarel A