

Teoría Serena

Compendio Nuclear

J.E.P.Argibay

12 de enero de 2026

Declaración de Postulados Fundamentales de la Teoría Serena

La Teoría Serena se formula como un marco fundacional y no como una teoría definida por una ecuación concreta. Su contenido esencial queda fijado por un conjunto mínimo de postulados estructurales. Las ecuaciones dinámicas explícitas se interpretan como realizaciones candidatas revisables dentro del marco, cuya validez se evalúa por coherencia interna, estabilidad estructural y capacidad explicativa.

Postulado I: Campo único

La realidad física se describe mediante un único campo continuo. No existen partículas puntuales ni entidades fundamentales discretas. Todas las estructuras físicas observables emergen como configuraciones, excitaciones o estados ligados de dicho campo.

Postulado II: Estructura y simetría interna

Las configuraciones físicamente relevantes del campo poseen estructura interna y simetrías globales que clasifican los estados posibles. Estas simetrías no se imponen externamente ni corresponden a grados de libertad independientes del campo, sino que emergen de su propia organización interna.

Postulado III: Emergencia sin parches

Todas las propiedades físicas observables —incluyendo carga, espín, estadística, interacciones y regímenes dinámicos— emergen de la estructura del campo y de sus simetrías internas. No se introducen postulados fenomenológicos adicionales ni términos correctivos *ad hoc* para forzar concordancia con observaciones.

Consecuencia metodológica

El marco Serena se plantea como un programa de investigación cuyo objetivo es explorar hasta dónde puede llegar la hipótesis de que un único campo con estructura interna sea suficiente para generar la fenomenología física conocida, sin introducir grados de libertad externos ni mecanismos *ad hoc*. La posibilidad de que dicho objetivo resulte inalcanzable forma parte explícita del programa. Los postulados aquí enunciados constituyen los axiomas operativos del marco Serena en su estado actual de desarrollo. No se presentan como axiomas definitivos en sentido metafísico, sino como hipótesis estructurales sujetas a contraste con la realidad física.

Las ecuaciones dinámicas introducidas en este volumen se consideran realizaciones candidatas compatibles con estos axiomas. Tanto dichas realizaciones como los propios axiomas podrán ser revisados o abandonados si la confrontación con la experiencia así lo exige.

Índice

Declaración de Postulados Fundamentales

1. Marco pre-dinámico
2. Ecuación total candidata (v1)
3. Ecuación total candidata (v2)
4. Sector $Q=1$ (Electrón Serena)
5. Sector $Q=2$ (no realización física)
6. Nucleón Serena (protón/neutrón)
7. Deuterón Serena
8. Helio-4 Serena

Cierre del Compendio Nuclear de la Teoría Serena

La Teoría Serena como Marco Fundacional Pre-Dinámico

Lenguaje Operacional, Postulados y Programa de Falsación

J. E. P. Argibay

25 de diciembre de 2025

Resumen

Presentamos la Teoría Serena como un *marco fundacional pre-dinámico* destinado a restringir el espacio de dinámicas físicas admisibles. El marco introduce un lenguaje operacional mínimo —basado en los operadores de Coherencia, Intercambio y Pérdida Radiativa— y un conjunto de postulados restrictivos que actúan como filtros de admisibilidad. La cuantización y la geometría causal no se postulan, sino que se formulan como fenómenos emergentes cuya aparición constituye un criterio explícito de falsación del marco.

1. Motivación y Alcance

La Teoría Serena no es una teoría dinámica cerrada ni una alternativa directa a la Relatividad General o a la Mecánica Cuántica. Su propósito es anterior: definir criterios estructurales mínimos que toda dinámica física debe satisfacer para generar persistencia, interacción y estabilidad observables.

El marco Serena desempeña un papel análogo al de la termodinámica: no fija ecuaciones de movimiento específicas, pero restringe severamente el espacio de teorías físicamente admisibles.

2. Sustrato Ontológico

Postulado 1 (Campo Único). *Toda dinámica física admisible se formula en términos de un único campo continuo Ψ definido sobre una variedad espacio-temporal M .*

Postulado 2 (Localidad de Orden Finito). *La dinámica del campo está gobernada por operadores locales de orden finito, permitiéndose términos no lineales y de derivadas superiores compatibles con la estabilidad de configuraciones ligadas.*

Este postulado excluye modelos puramente lineales y evita el colapso trivial de configuraciones extensas (Teorema de Derrick).

3. Producto Interno y Espacio de Estados

Definición 1 (Producto interno local). *Existe una forma bilineal*

$$\langle \cdot, \cdot \rangle_{\text{loc}} : \mathcal{V} \times \mathcal{V} \rightarrow \mathbb{R},$$

definida sobre el espacio de estados del campo, con las siguientes propiedades:

1. *Positividad definida.*
2. *Invariancia bajo las simetrías internas del campo.*

3. *Coercividad: controla una norma local del campo.*

4. *Compatibilidad con una densidad de flujo conservativa.*

Observación 1. *El producto interno no define la métrica espaciotemporal. La estructura Lorentziana y la causalidad emergen a nivel efectivo a partir de la dinámica admisible del campo.*

4. Lenguaje Operacional

4.1. Parámetro de Evolución

Observación 2. *El parámetro t empleado en las definiciones siguientes actúa como parámetro de evolución auxiliar (tiempo de laboratorio). La emergencia causal no crea dicho parámetro, sino la estructura causal física efectiva asociada a la dinámica macroscópica.*

4.2. Coherencia

Definición 2 (Operador de Coherencia). *Definimos la coherencia dinámica como*

$$C[\Psi] := \lim_{T \rightarrow T_\Psi} \frac{1}{T} \int_0^T \langle \Psi(t), \partial_t \Psi(t) \rangle_{\text{loc}} dt,$$

cuando el límite existe.

Postulado 3 (Persistencia). *Solo configuraciones con $C[\Psi] > 0$ durante intervalos macroscópicos son físicamente distinguibles.*

4.3. Intercambio

Definición 3 (Operador de Intercambio). *El operador I cuantifica la transferencia de coherencia y acción entre regiones, escalas o modos del campo Ψ .*

Postulado 4 (Interacción). *Toda interacción física corresponde a un proceso con $I \neq 0$.*

Sectores completamente estériles quedan excluidos.

4.4. Resolución y Pérdida Radiativa

Definición 4 (Operador de Resolución). *Sea $\mathcal{R}_\Lambda$ un operador de coarse-graining no lineal compatible con la topología de las configuraciones coherentes del campo. Denotamos por $\Psi_\Lambda := \mathcal{R}_\Lambda(\Psi)$ la parte resoluble a escala Λ .*

Definición 5 (Pérdida Radiativa Efectiva). *Definimos*

$$R_\Lambda[\Psi; V, T] := \frac{1}{T} \int_0^T \left(\|\Psi - \Psi_\Lambda\|_V^2 + \|\partial_t \Psi - \partial_t \Psi_\Lambda\|_V^2 \right) dt + \frac{1}{T} \int_0^T \int_{\partial V} \Phi_{\text{rad}}(\Psi_\Lambda) \cdot dS dt.$$

Observación 3. *La pérdida radiativa no representa pérdida del campo único, sino transferencia irreversible de coherencia hacia grados de libertad no resolubles.*

Postulado 5 (Selección Radiativa). *Configuraciones cuya dinámica transfiere irreversiblemente coherencia fuera del subespacio resoluble no persisten como estados efectivos.*

5. Emergencia Causal

Postulado 6 (Emergencia Causal). *Toda dinámica admisible que posea un régimen macroscópico estable debe inducir una estructura causal efectiva, permitiendo una descripción geométrica emergente.*

6. No-Vacuidad del Marco

Proposición 1. *El marco Serena excluye:*

1. *Dinámicas puramente lineales sin umbral espectral.*
2. *Teorías invariantes de escala sin longitud característica.*
3. *Sistemas sin separación entre espectro ligado y continuo.*
4. *Sectores completamente no interactuantes ($I \equiv 0$).*

Estas exclusiones afectan a clases amplias de teorías matemáticamente consistentes, demostrando que el marco no es trivial.

7. Existencia de Dinámicas Admisibles

Teorema 1 (Existencia). *Existe al menos una clase de dinámicas locales no lineales (modelos tipo Skyrme o Ginzburg–Landau disipativos) que satisface los postulados del marco Serena y presenta:*

1. *Estados ligados con $C > 0$.*
2. *Espectro continuo radiativo.*
3. *Selección dinámica por pérdida radiativa.*

Observación 4. *Este resultado establece existencia, no universalidad.*

8. Conjetura de Discreción

Conjetura 1 (Conjetura Serena). *Bajo los postulados del marco Serena, las configuraciones de larga vida se organizan en familias discretas por razones de estabilidad radiativa y topología, sin postular cuantización fundamental.*

La falsación del marco ocurre si ninguna dinámica admisible satisface esta conjetura.

9. Localidad y Correlaciones

Observación 5. *El marco Serena asume localidad dinámica fundamental. No obstante, no excluye la emergencia de correlaciones no factorizables a nivel efectivo como consecuencia de estados coherentes extendidos y coarse-graining dinámico.*

Esta postura permite compatibilidad estructural con fenómenos tipo Bell sin introducir no-localidad fundamental.

10. Programa de Falsación

El marco Serena es falsable si:

- No existe ninguna dinámica admisible con estados discretos estables.
- La selección radiativa no elimina configuraciones inestables.
- No emerge causalidad efectiva en ningún régimen macroscópico.

11. Conclusión

La Teoría Serena define una gramática restrictiva para la física fundamental. No postula gravedad ni cuantización: exige que cualquier dinámica capaz de describir el universo las genere estructuralmente.

El valor del marco reside en su capacidad de exclusión, no en la promesa de resultados prefijados.

Realización Dinámica de la Teoría Serena: Lagrangiana de Campo Único con Vacío Masivo

J.E.P.Argibay

8 de enero de 2026

Resumen

1.

Serena postula un *campo único* cuyo espacio de configuraciones, bajo condición basada al infinito, se organiza en sectores topológicos $Q \in \mathbb{Z}$. La selección de vacío introduce un umbral masivo para la radiación, permitiendo excitaciones internas discretas bajo el umbral. El marco incluye axiomas técnicos mínimos para el régimen estático y exterior lineal, y define observables internos y una predicción diferenciadora falsable: existencia de al menos un canal atractivo entre objetos topológicos localizados con vacío masivo.

2. Grados de libertad y variables

2.1. Campo y proyección

Trabajaremos con un campo $\psi : \mathbb{R}^{1,3} \rightarrow \mathbb{C}^2$ con simetría local $U(1)$, y con el campo real asociado

$$n = \psi^\dagger \sigma \psi \in \mathbb{S}^2, \quad (1)$$

donde $\sigma = (\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3)$ son las matrices de Pauli, y se impone normalización $\psi^\dagger \psi = 1$ para que $n \in \mathbb{S}^2$.

2.2. Condición basada (vacío)

Fijamos un vector $n_\infty \in \mathbb{S}^2$ y exigimos condición basada:

$$n(t, x) \rightarrow n_\infty \quad \text{cuando } |x| \rightarrow \infty. \quad (2)$$

Esta condición compactifica el espacio físico $\mathbb{R}^3$ a $\mathbb{S}^3$ y permite el invariante de Hopf.

3. Ecuación central: Lagrangiana Serena

Realización dinámica concreta del marco Serena

Antes de introducir la ecuación de movimiento, es importante precisar su estatus lógico. El marco Serena, tal como ha sido formulado, es de naturaleza fundacional y predinámica: fija grados de libertad, estructura topológica, criterios de existencia y observabilidad, pero no selecciona *a priori* una dinámica única.

La Lagrangiana que se introduce a continuación debe entenderse como una *realización dinámica concreta y candidata* del marco Serena. Es compatible con todos los postulados y axiomas del marco, es matemáticamente cerrada y no patológica, y resulta suficiente para demostrar existencia de estados localizados, estructura espectral e interacción. No se afirma, sin embargo, que sea la única realización dinámica posible dentro del marco.

3.1. Definiciones

Sea D_μ una derivada covariante compatible con la simetría $U(1)$ en ψ , y sea $S_{\mu\nu}$ un 2-tensor escalar gauge-invariante construido a partir de ψ (o equivalentemente de n) que penaliza torsión/estructuras de curvatura del campo (término tipo Skyrme).

3.2. Lagrangiana

La ecuación central del marco es la Lagrangiana:

$$\mathcal{L} = 2c_1 |D\psi|^2 - \kappa S_{\mu\nu} S^{\mu\nu} - \mu^2 (1 - n \cdot n_\infty), \quad n = \psi^\dagger \sigma \psi, \quad (3)$$

con constantes $c_1, \kappa, \mu > 0$. La teoría Serena es el sistema de Euler–Lagrange asociado a (3) bajo la condición basada (2).

Observación 1. El término $-\mu^2(1 - n \cdot n_\infty)$ implementa *vacío seleccionado*: el estado $n \equiv n_\infty$ es un mínimo preferido y las excitaciones del vacío presentan umbral masivo.

4. Topología: sectores discretos

Definición 1 (Sector topológico). Sea $\mathcal{M}_Q$ el conjunto de configuraciones basadas $n : \mathbb{S}^3 \rightarrow \mathbb{S}^2$ con invariante de Hopf $Q(n) = Q \in \mathbb{Z}$. Llamamos *sector* Q a $\mathcal{M}_Q$.

Teorema 1 (Discreción topológica). *Bajo (2), el invariante de Hopf satisface $Q \in \mathbb{Z}$ y es invariante bajo deformaciones suaves basadas. En particular, los sectores $\mathcal{M}_Q$ son disjuntos.*

5. Axiomas técnicos Serena (AT)

Los resultados de interacción y ligadura usan tres axiomas técnicos (naturaleza PDE). Se formulan de manera verificable y no añaden nuevos grados de libertad.

Sea la energía estática asociada a (3):

$$E[n] = \int_{\mathbb{R}^3} \left(c_1 |\nabla n|^2 + \kappa |\nabla n \wedge \nabla n|^2 + \mu^2 (1 - n \cdot n_\infty) \right) dx. \quad (4)$$

Definimos

$$m^2 := \frac{\mu^2}{2c_1}. \quad (5)$$

Axioma 1 (AT1: elipticidad y continuación única). *La ecuación Euler–Lagrange estática asociada a (4) define un sistema elíptico no degenerado y satisface continuación única: si dos soluciones suaves coinciden en un abierto no vacío, coinciden globalmente.*

Axioma 2 (AT2: régimen lineal exterior con masa). *Para toda solución estática suave y de energía finita con $n(x) \rightarrow n_\infty$, existe $R > 0$ tal que para $|x| > R$ se puede escribir*

$$n(x) = n_\infty + \pi(x) + O(|\pi(x)|^2), \quad \pi(x) \in T_{n_\infty} \mathbb{S}^2,$$

y π satisface

$$(-\Delta + m^2)\pi = f, \quad |f(x)| \leq C(|\pi(x)|^2 + |\nabla \pi(x)|^2),$$

con decadencia Yukawa:

$$|\pi(x)| \leq C \frac{e^{-m|x|}}{|x|} \quad (|x| \text{ grande}).$$

Axioma 3 (AT3: dominancia exterior e interacción bilineal). *Para dos bultos localizados bien separados, la corrección energética a suma de energías se rige, a gran separación, por el término cruzado de la forma cuadrática exterior:*

$$\mathcal{B}(\pi_A, \pi_B) = c_1 \int_{\mathbb{R}^3} (\nabla \pi_A : \nabla \pi_B + m^2 \pi_A \cdot \pi_B) dx,$$

y satisface $|\mathcal{B}(\pi_A, \pi_B)| \leq C e^{-2ma}/a$ cuando la separación es $2a$, con resto $o(e^{-2ma}/a)$.

6. Axioma de existencia global por sector (AES)

Axioma 4 (AES: existencia física por sector). *Para cada $Q \in \mathbb{Z}$ existe al menos una configuración físicamente relevante $n_Q \in \mathcal{M}_Q$ que es o bien un minimizador global de E en $\mathcal{M}_Q$, o bien un punto crítico estable (mínimo local no degenerado) de E en $\mathcal{M}_Q$.*

Definición 2 (Energía por sector). Definimos

$$E_Q := \inf\{E[n] : n \in \mathcal{M}_Q\}.$$

Cuando existe n_Q físicamente relevante (AES), su energía se identifica con la masa efectiva (ver Sección 7).

7. Observables internos Serena

Los observables se definen *internamente* a partir de E y del Hessiano en estados n_Q .

7.1. Masa efectiva

$$\boxed{M_Q := E[n_Q].} \tag{6}$$

7.2. Densidad de energía y tamaño

Sea

$$\varepsilon(x) = c_1 |\nabla n|^2 + \kappa |\nabla n \wedge \nabla n|^2 + \mu^2 (1 - n \cdot n_\infty).$$

Definimos el radio cuadrático medio:

$$\boxed{R_Q^2 := \frac{1}{M_Q} \int_{\mathbb{R}^3} |x|^2 \varepsilon(x) \, dx.} \tag{7}$$

7.3. Espectro interno

Sea $\mathcal{H}_{n_Q}$ el Hessiano de E en n_Q , restringido a variaciones tangentes y ortogonales a modos de simetría. Definimos el espectro interno discreto como el conjunto de autovalores bajo el umbral:

$$\text{Spec}_Q := \{\omega_k^2\}_{k \geq 1} \subset (0, m^2).$$

El continuo comienza en $\omega^2 \geq m^2$.

8. Interacción y ligadura

8.1. Energía de interacción

Para dos estados Q_A, Q_B separados por distancia $2a$ y orientación relativa Ω , definimos

$$\Delta E_{A,B}(a, \Omega) := E[n_{A \cup B}(a, \Omega)] - (M_{Q_A} + M_{Q_B}).$$

8.2. Lema: cola no trivial (por continuación única)

Lema 1. *Bajo AT1 y AT2, si n_1 es una solución estática con $Q(n_1) \neq 0$, entonces su cola lineal π_1 no es idénticamente nula en ningún exterior $\{|x| > R\}$.*

Demostración. Si $\pi_1 \equiv 0$ en un exterior, entonces $n_1 \equiv n_\infty$ en un abierto exterior. Por AT1 (continuación única) se seguiría $n_1 \equiv n_\infty$ globalmente, lo que implica $Q(n_1) = 0$, contradicción. $\square$

8.3. Teorema Serena de ligadura del doble hopfión

Teorema 2 (Ligadura $Q = 2$). *Bajo AT1–AT3 y AES, existe un canal (orientación relativa) atractivo para el compuesto $1 + 1$; en particular,*

$$E_2 < 2E_1.$$

Demostración. Sea n_1 un estado físicamente relevante en $Q = 1$ (AES). Por el lema anterior, su cola π_1 es no trivial. Por AT2 la cola es Yukawa, y por AT3 la corrección de energía a gran separación se rige por el término cruzado bilineal $\mathcal{B}(\pi_1, \pi_{1,\Omega}) = O(e^{-2ma}/a)$.

La simetría residual que fija n_∞ actúa como $SO(2)$ sobre $T_{n_\infty}\mathbb{S}^2 \simeq \mathbb{R}^2$, y existe una rotación interna que implementa $\pi \mapsto -\pi$ en el canal líder. Como $\mathcal{B}$ es bilineal, el signo de $\mathcal{B}$ cambia bajo dicha orientación. Dado que el canal líder es no nulo, existe una orientación Ω_* tal que $\mathcal{B}(\pi_1, \pi_{1,\Omega_*}) < 0$. Para separación suficientemente grande, el término líder domina y entonces $\Delta E_{1,1}(a, \Omega_*) < 0$, de donde existe una configuración $Q = 2$ con energía menor que $2E_1$. Por definición del ínfimo, $E_2 < 2E_1$. $\square$

9. Predicción diferenciadora y falsabilidad

Teorema 3 (Predicción Serena P1: canal atractivo universal). *Bajo AT1–AT3 y AES, para dos estados localizados topológicamente no triviales con vacío masivo ($\mu > 0$), existe al menos un canal de orientación relativa atractivo a gran separación:*

$$\exists \Omega_*, a_0 : \forall a > a_0, \Delta E_{A,B}(a, \Omega_*) < 0.$$

Observación 2 (Falsabilidad). Un contraejemplo (dos configuraciones localizadas, masivas y no triviales cuya interacción sea repulsiva para toda orientación a gran separación) refuta la predicción P1.

10. Estado de completitud

Con la Lagrangiana (3), los sectores topológicos, AES, los axiomas técnicos AT1–AT3, y las definiciones de observables (masa, tamaño, espectro, interacción), Serena es completa en sentido estructural: especifica grados de libertad, dinámica, espectro, interacción y criterio de refutación, sin dependencias externas.

Estatus de la realización dinámica

La completitud estructural de la teoría Serena no depende de la elección de una Lagrangiana única. El marco fundacional es compatible, en principio, con una familia de realizaciones dinámicas que respeten la topología, la condición basada y los axiomas técnicos establecidos.

La ecuación presentada en este trabajo constituye una *realización mínima y explícita* del marco Serena. Su función es doble: por un lado, demostrar que el marco admite dinámicas no triviales con estados localizados, espectro interno e interacción; por otro, servir como referencia concreta para futuros desarrollos fenomenológicos y contrastes experimentales. La identificación de una realización dinámica físicamente privilegiada, así como la calibración de sus parámetros, queda abierta a investigación posterior.

Una realización de:..10.5281/zenodo.18059332

Acción efectiva y ecuación total candidata v2

J.E.P.Argibay

12 de enero de 2026

Estatus físico de la versión v2

La ecuación total candidata v2 se interpreta como la acción efectiva de baja energía asociada a la teoría microscópica Serena v1, y no como una teoría fundamental independiente.

La dinámica fundamental del sistema está definida por la acción v1, formulada en términos del campo único ψ , que incluye términos de gradiente, torsión topológica y un potencial de masa responsable del confinamiento y la estabilidad de los estados ligados nucleares. Esta acción clásica no describe propagación electromagnética macroscópica en el vacío.

La descripción física a grandes escalas se rige por la acción efectiva Γ_{eff} , obtenida al integrar los grados de libertad de alta energía del campo ψ . La versión v2 corresponde a una realización explícita de esta acción efectiva en el régimen de bajas energías y grandes distancias.

Conexión compuesta y variable electromagnética efectiva

En el marco Serena, la única conexión $U(1)$ invariante de gauge que puede construirse a partir del campo fundamental ψ está dada por

$$A_\mu = -i \psi^\dagger \partial_\mu \psi,$$

sujeta a la condición de normalización del campo.

Esta conexión no constituye un grado de libertad independiente en la acción microscópica v1 y carece de término cinético propio a nivel clásico. Su curvatura

$$F_{\mu\nu} = \partial_\mu A_\nu - \partial_\nu A_\mu$$

está, sin embargo, geoméricamente ligada a la estructura topológica del sistema.

Inducción radiativa del término electromagnético

Al considerar la cuantización de la teoría definida por la acción v1, la integración de los modos de alta energía del campo ψ induce de manera inevitable términos cinéticos para los campos efectivos permitidos por las simetrías del sistema.

En particular, la acción efectiva de baja energía contiene un término de la forma

$$-\frac{1}{4} Z_{\text{eff}} F_{\mu\nu} F^{\mu\nu},$$

donde el coeficiente efectivo Z_{eff} depende de la escala de renormalización y de los parámetros microscópicos de la teoría, incluyendo la escala de masa introducida por el potencial.

Este término no se introduce de forma axiomática, sino que emerge como consecuencia radiativa de la dinámica cuántica del campo fundamental. La versión v2 incorpora este término inducido como parte de la descripción efectiva macroscópica.

$Q = 1$ como electrón Serena: modo exterior fermiónico y carga efectiva

0. Objetivo

Fijar una formulación interna del objeto asociado al sector topológico $Q = 1$ que: (i) no introduzca subpartículas ni composiciones nucleares, (ii) soporte estadística fermiónica mediante estructura topológica del espacio de configuraciones, y (iii) admita una definición operativa de carga efectiva por comportamiento asintótico del sector exterior.

1. Sector topológico $Q = 1$

Definición 1 (Espacio de configuraciones por sector). Sea $\mathcal{M}$ el espacio de configuraciones admisibles del campo fundamental ψ , con condiciones de contorno que fijan un estado de vacío asintótico y garantizan energía finita. Sea $Q : \mathcal{M} \rightarrow \mathbb{Z}$ el invariante topológico que clasifica componentes conexas. Se define

$$\mathcal{M}_Q := \{\psi \in \mathcal{M} : Q(\psi) = Q\}.$$

El sector $Q = 1$ corresponde a $\mathcal{M}_1$.

Axioma 1 (AT- E_1 : existencia efectiva en $Q = 1$). Existe un estado crítico $\psi_1 \in \mathcal{M}_1$ tal que $\delta E(\psi_1) = 0$ para el funcional de energía total asociado a la dinámica Serena, y ψ_1 es estable o metaestable bajo perturbaciones admisibles (modulo simetrías).

Observación 1. AT- E_1 se formula como hipótesis técnica cuando la prueba variacional completa no se fija en este documento. El contenido físico del compendio utiliza únicamente la existencia efectiva de una configuración robusta en $\mathcal{M}_1$.

2. Espín semientero por estructura de Finkelstein–Rubinstein

Definición 2 (Lazo de rotación). Sea $\psi_1 \in \mathcal{M}_1$ un estado representativo. Sea $\gamma_{2\pi}$ el lazo en $\mathcal{M}_1$ definido por una rotación espacial completa de 2π actuando sobre la configuración, manteniendo las condiciones de contorno.

Axioma 2 (AT-FR $_1$: doble cubierta no trivial en $Q = 1$). El lazo $\gamma_{2\pi}$ no es contractible en $\mathcal{M}_1$ y, en cambio, el lazo $\gamma_{4\pi}$ es contractible. Equivalente: existe una doble cubierta topológica relevante del espacio de configuraciones que asigna un signo -1 a una rotación 2π y signo $+1$ a una rotación 4π .

Proposición 1 (Estadística fermiónica efectiva de $Q = 1$). Bajo AT-FR $_1$, la cuantización colectiva del modo de rotación espacial de ψ_1 produce estados cuánticos con espín total semientero. En particular, el primer nivel permitido es $s = \frac{1}{2}$.

Observación 2. La proposición anterior fija un criterio estructural: el espín semientero no se introduce como postulado independiente, sino como consecuencia de la topología del espacio de configuraciones.

3. Variable electromagnética efectiva del sector exterior

Definición 3 (Conexión compuesta). Se define la conexión compuesta $U(1)$ asociada al campo fundamental ψ por

$$A_\mu(\psi) := -i \psi^\dagger \partial_\mu \psi,$$

donde $\psi^\dagger \psi = 1$ se entiende como restricción de normalización. Se define la curvatura efectiva

$$F_{\mu\nu} := \partial_\mu A_\nu - \partial_\nu A_\mu.$$

Observación 3. *La conexión compuesta no introduce un grado de libertad fundamental adicional. Su rol físico se fija en el régimen exterior por la acción efectiva de baja energía, en la que aparece un término cinético inducido para $F_{\mu\nu}$.*

4. Carga efectiva del estado $Q = 1$

Definición 4 (Carga efectiva por flujo asintótico). *Sea ψ_1 un estado representativo en $Q = 1$ y sea $F_{\mu\nu}$ la curvatura asociada a $A_\mu(\psi_1)$. Se define la carga efectiva $e(\psi_1)$ como el flujo asintótico del campo eléctrico efectivo:*

$$e(\psi_1) := \lim_{R \rightarrow \infty} \int_{S_R} \star F,$$

donde S_R es una 2-esfera de radio R en una hipersuperficie temporal fija y $\star$ es el dual de Hodge en el exterior asintóticamente plano.

Axioma 3 (AT-A₁: existencia de flujo asintótico bien definido). *El límite que define $e(\psi_1)$ existe y es independiente de la elección de folio temporal, para condiciones de contorno físicas del estado ψ_1 .*

Proposición 2 (Conservación efectiva de carga). *Bajo AT-A₁ y bajo evolución efectiva de baja energía, $e(\psi_1)$ es una cantidad conservada en ausencia de fuentes externas y de eventos topológicos no admisibles por las condiciones de contorno.*

5. Definición del electrón Serena

Definición 5 (Electrón Serena). *El electrón Serena se define como el estado físico asociado al sector $Q = 1$ que satisface:*

- existencia efectiva y robustez (AT-E₁),
- espín semientero por estructura FR (AT-FR₁),
- carga efectiva bien definida por flujo asintótico (AT-A₁).

Observación 4. *La definición anterior excluye interpretaciones del electrón como subestructura nuclear o como partícula confinada en el interior de estados ligados nucleares. El electrón Serena se formula como objeto del sector exterior, con observables definidos por asintótica.*

6. Separación ontológica respecto al sector nucleónico

Proposición 3 (No identificación nuclear). *La definición del electrón Serena no implica la existencia de electrones preformados dentro del solitón nucleónico. Los procesos de emisión leptónica se interpretan como canales radiativos del sector exterior, no como liberación de constituyentes confinados.*

Corolario 1 (Compatibilidad con la reformulación del neutrón). *La identificación de protón y neutrón como estados de isospín del mismo solitón nucleónico permanece compatible con la definición del electrón Serena, al quedar separados el objeto nucleónico (sector $Q = 3$ con cuantización colectiva interna) y el modo leptónico exterior (sector $Q = 1$).*

7. Cierre

Proposición 4 (Criterio de especie física para $Q = 1$). *El sector $Q = 1$ define una especie física efectiva si y solo si existen estados en $\mathcal{M}_1$ que satisfacen simultáneamente: (i) robustez dinámica, (ii) estructura FR fermiónica y (iii) flujo asintótico que define una carga efectiva. En ausencia de alguno de estos tres puntos, el sector $Q = 1$ queda como sector topológico sin realización física de especie.*

El sector $Q = 2$ en Serena: existencia matemática y no-realización física

0. Objetivo

Precisar el estatus del sector topológico $Q = 2$ en el marco Serena, distinguiendo explícitamente entre existencia matemática del sector y realización física como especie observable, y fijar su rol estructural en la transición hacia el sector nucleónico $Q = 3$.

1. Definición y existencia matemática del sector $Q = 2$

Definición 1 (Sector topológico). Sea $\mathcal{M}$ el espacio de configuraciones admisibles del campo fundamental ψ , clasificado por un invariante topológico $Q : \mathcal{M} \rightarrow \mathbb{Z}$. Se define el sector

$$\mathcal{M}_2 := \{\psi \in \mathcal{M} : Q(\psi) = 2\}.$$

El sector $\mathcal{M}_2$ es una componente conexa bien definida del espacio de configuraciones y no puede deformarse continuamente en sectores de menor carga sin violación de las condiciones de contorno o divergencia energética.

Axioma 1 (AT- E_2 : existencia matemática en $Q = 2$). *Existen configuraciones en $\mathcal{M}_2$ que son críticas del funcional de energía asociado a la dinámica Serena y que presentan estabilidad local o metaestabilidad en el sentido variacional.*

Observación 1. *AT- E_2 afirma exclusivamente la existencia matemática de configuraciones estructurales en $Q = 2$. No implica, por sí mismo, la realización de una especie física observable.*

2. Exclusión estructural y presión topológica

Definición 2 (Exclusión estructural). Se dice que el sector $Q = 2$ exhibe exclusión estructural si la superposición espacial de dos configuraciones equivalentes del sector $Q = 1$ conduce a un incremento no acotado del funcional de energía, impidiendo la coincidencia completa de los estados.

Proposición 1 (Origen topológico de la exclusión). *La exclusión estructural en $Q = 2$ es consecuencia de la topología del espacio de configuraciones y de los términos no lineales de la acción efectiva, sin requerir la postulación independiente de un principio de exclusión fundamental.*

Observación 2. *La exclusión estructural constituye la realización geométrica del principio de Pauli en el marco Serena, pero no se identifica todavía con una estadística de partículas.*

3. Criterio general de realización física

Definición 3 (Especie física efectiva). *Un sector topológico Q realiza una especie física efectiva si existe una configuración $\psi \in \mathcal{M}_Q$ que satisface simultáneamente:*

- *estabilidad o metaestabilidad dinámica global,*
- *comportamiento asintótico compatible con el vacío observado,*
- *definición de observables asintóticos conservados (masa efectiva, carga).*

Este criterio se adopta como definición operativa general, independiente del valor de Q .

4. No-realización física del sector $Q = 2$

Proposición 2 (No-realización de especie en $Q = 2$). *Ninguna configuración del sector $\mathcal{M}_2$ satisface el criterio de especie física efectiva, debido a la imposibilidad estructural de definir un comportamiento asintótico desacoplado compatible con el vacío observado.*

Corolario 1 (Eliminación de interpretaciones preónicas). *El sector $Q = 2$ no puede interpretarse como partícula elemental, nucleón parcial ni constituyente observable de estados ligados nucleares. Su existencia es matemática y estructural, no ontológica en el sentido de especie física.*

5. Rol estructural del sector $Q = 2$

Proposición 3 (Necesidad estructural de $Q = 2$). *La existencia matemática del sector $Q = 2$ y de su exclusión estructural es necesaria para explicar la estabilización del sector $Q = 3$ como primer sector que admite una realización física observable compatible con el vacío.*

Observación 3. *El sector $Q = 2$ actúa como canal estructural intermedio: introduce presión topológica y exclusión sin constituir una especie física independiente.*

6. Compatibilidad con los sectores vecinos

La distinción entre existencia matemática y realización física del sector $Q = 2$ es compatible con:

- la identificación del sector $Q = 1$ con un modo exterior fermiónico (electrón Serena),
- la identificación del sector $Q = 3$ con el solitón nucleónico único sujeto a cuantización colectiva interna,
- la interpretación de la versión v2 como acción efectiva de baja energía sin alterar la estructura topológica interna.

7. Cierre

Proposición 4 (Estatus definitivo de $Q = 2$). *El sector topológico $Q = 2$ se establece como un sector matemáticamente existente y estructuralmente necesario del marco Serena, que no realiza una especie física observable debido a restricciones asintóticas inherentes a su topología y dinámica.*

Nucleón Serena: solitón topológico y cuantización colectiva

Objeto nucleónico fundamental

En el marco Serena, el nucleón se define como un único estado solitónico estable asociado a un sector topológico fijo, identificado con $Q = 3$. Este objeto no se interpreta como un estado compuesto de subpartículas, sino como una configuración no factorizable del campo fundamental ψ , caracterizada por un mínimo local de la energía total bajo condiciones de contorno físicas.

No se introducen especies nucleónicas distintas a nivel microscópico. El protón y el neutrón no corresponden a objetos diferentes, sino a distintos estados cuánticos de un mismo solitón topológico.

Espacio de modos cero internos

El solitón nucleónico posee un espacio de modos cero asociados a rotaciones internas del campo ψ que no alteran la energía estática del estado. Estas rotaciones definen un espacio interno continuo, isomorfo a un grupo compacto de simetría interna, que actúa sobre el solitón sin modificar su topología ni su estabilidad.

La existencia de estos modos cero permite describir orientaciones internas del solitón que permanecen degeneradas a nivel clásico.

Cuantización colectiva e isospín

La cuantización de los modos cero internos se realiza mediante el procedimiento de cuantización colectiva estándar. Las coordenadas que parametrizan la orientación interna del solitón se promueven a variables dinámicas, dando lugar a un sistema de rotor cuántico rígido.

Los autoestados de este rotor se clasifican por representaciones irreducibles del grupo de simetría interna, caracterizadas por un número cuántico de isospín I y su proyección I_3 . La cuantización colectiva produce estados fermiónicos con espín semientero, en virtud de la estructura topológica del espacio de configuraciones y de la presencia de una doble cubierta no trivial bajo rotaciones.

Identificación de protón y neutrón

El doblete fundamental generado por la cuantización colectiva del solitón nucleónico se identifica con los estados físicos observados:

- El estado con $I_3 = +\frac{1}{2}$ se identifica como el protón.
- El estado con $I_3 = -\frac{1}{2}$ se identifica como el neutrón.

Ambos estados poseen espín total $1/2$ y difieren únicamente en su orientación interna en el espacio de isospín. No existe un neutrón compuesto ni una estructura interna adicional asociada a electrones confinados u otras subpartículas.

Carga y neutralidad

La carga eléctrica efectiva del nucleón se determina por el acoplo del solitón al campo electromagnético efectivo definido por la conexión compuesta del campo fundamental. La proyección de isospín selecciona el canal de acoplo correspondiente, dando lugar a un estado cargado (protón) y a un estado neutro (neutrón), sin necesidad de introducir cargas elementales internas.

Decaimiento beta

El decaimiento beta del neutrón se interpreta como una transición entre estados del mismo solitón nucleónico, inducida por la ruptura efectiva de la simetría interna y por la diferencia energética entre las proyecciones de isospín. La transición hacia el estado de menor energía (protón) se acompaña de la emisión de corrientes leptónicas en el sector exterior, garantizando la conservación de la energía, el momento angular y las cargas efectivas.

Este proceso no requiere la preexistencia de electrones confinados en el núcleo y es compatible con el espectro continuo observado experimentalmente.

Compatibilidad estructural

La reformulación del nucleón como solitón único cuantizado colectivamente preserva los resultados previos relativos a estabilidad nuclear, principio de exclusión efectivo y estructura de núcleos ligeros. No se introducen nuevos grados de libertad fundamentales ni se modifica la dinámica microscópica del campo Serena.

© 2026 J. E. P. Argibay — teoriaserena.com

Redistribution or use requires proper attribution.

Deuterón Serena: estado ligado de dos solitones nucleónicos

0. Objetivo

Definir el deuterón en el marco Serena como un estado ligado mínimo formado por dos solitones nucleónicos, cada uno asociado al sector bariónico $Q = 3$, y fijar su estatus como especie compuesta estable o metaestable en la acción efectiva v2.

1. Solitón nucleónico y sistema de dos cuerpos

Sea $\mathcal{M}_3$ el sector topológico asociado al solitón nucleónico. Sea $\psi_N \in \mathcal{M}_3$ una configuración representativa del nucleón, con modos cero internos cuantizados colectivamente (isospín) que generan el doblete protón/neutrón.

Se considera el sistema compuesto de dos nucleones como una configuración del campo fundamental ψ en el sector topológico total correspondiente a la composición de dos cargas bariónicas:

$$\mathcal{M}_6 \subset \mathcal{M}, \quad Q(\psi) = 6.$$

El sistema de dos cuerpos se interpreta como un estado del sector total $Q = 6$ que admite una descomposición asintótica en dos bloques $Q = 3$ bien separados.

2. Canal de interacción y orientación interna

Sea a la separación geométrica entre los centros efectivos de los dos solitones. Sea Ω un parámetro de orientación relativa que codifica:

- orientación espacial relativa,
- orientación interna relativa en el espacio de isospín,
- fase relativa relevante del sector exterior.

Se define la energía de interacción efectiva por

$$\Delta E(a, \Omega) := E_6(a, \Omega) - 2E_3,$$

donde $E_6(a, \Omega)$ es la energía total del estado compuesto en $Q = 6$ y E_3 es la energía del solitón nucleónico aislado.

3. Definición variacional del deuterón

Definición 1 (Canal atractivo). *Se dice que existe un canal atractivo si existe una orientación relativa Ω y una separación suficientemente grande a tal que $\Delta E(a, \Omega) < 0$.*

Axioma 1 (AT-B_(3,3): existencia de ligadura en dos cuerpos). *Existe al menos una orientación relativa Ω_* y un intervalo de separaciones $a \geq a_0$ tal que $\Delta E(a, \Omega_*) < 0$ y $\Delta E(a, \Omega_*) \rightarrow 0$ cuando $a \rightarrow \infty$.*

Definición 2 (Deuterón Serena). *El deuterón Serena se define como un minimizador local (o estado ligado minimizante) del funcional de energía total en el sector $Q = 6$ dentro del canal atractivo, sujeto a condición de descomposición asintótica en dos bloques $Q = 3$, y con números cuánticos de isospín total seleccionados por la cuantización colectiva de los modos internos.*

4. Números cuánticos y selección por isospín

El estado ligado de dos nucleones admite una clasificación por el acoplo de sus isospines individuales. La selección del canal ligado se fija por el mínimo del potencial efectivo de interacción en el espacio de orientaciones internas.

Proposición 1 (Selección interna del estado ligado). *La existencia de un estado ligado requiere un acoplo interno que minimice la energía de interacción efectiva. El canal ligado define un subespacio del espacio de orientaciones relativo en el que el sistema presenta una barrera de disociación.*

Observación 1. *La selección del canal ligado no se introduce por asignación externa, sino por minimización en el espacio de orientaciones internas permitido por la cuantización colectiva de cada solitón.*

5. Estabilidad y metaestabilidad

Definición 3 (Energía de ligadura). *La energía de ligadura del deuterón Serena se define por*

$$B_D := 2E_3 - E_D,$$

donde E_D es la energía total del estado ligado definido en $Q = 6$.

Proposición 2 (Criterio de estabilidad). *El deuterón Serena es estable frente a disociación en dos nucleones si $B_D > 0$ y el estado ligado corresponde a un mínimo local aislado del funcional de energía dentro del canal atractivo, módulo simetrías globales.*

Corolario 1 (Interpretación como especie compuesta). *Bajo el criterio de estabilidad, el deuterón Serena realiza una especie compuesta estable o metaestable, definida por existencia de estado ligado en $Q = 6$ y por la persistencia bajo perturbaciones pequeñas.*

6. Separación respecto al sector $Q = 2$

Proposición 3 (No identificación con $Q = 2$). *El deuterón Serena no se identifica con el sector $Q = 2$. Su carga topológica total es la correspondiente a dos bloques nucleónicos $Q = 3$, y su realización física depende de la interacción efectiva entre dichos bloques en el sector $Q = 6$.*

7. Cierre

Proposición 4 (Estatus del deuterón en Serena). *El deuterón Serena se establece como estado ligado mínimo de dos solitones nucleónicos, definido variacionalmente en el sector $Q = 6$ y seleccionado por minimización en el espacio de orientaciones internas, sin requerir interpretaciones preónicas ni identificación con sectores topológicos intermedios.*

© 2026 J. E. P. Argibay — teoriaserena.com

Redistribution or use requires proper attribution.

Helio-4 en Serena: estado ligado colectivo y estabilidad nuclear fuerte

0. Objetivo

Definir el núcleo de Helio-4 (partícula alfa) en el marco Serena como un estado ligado colectivo de cuatro solitones nucleónicos, cada uno asociado al sector bariónico $Q = 3$, y justificar su estabilidad excepcional como consecuencia de la estructura geométrica y topológica del estado compuesto.

1. Carga topológica y sector nuclear

Sea $\psi_N \in \mathcal{M}_3$ una configuración representativa del solitón nucleónico. Se considera el sistema compuesto de cuatro nucleones como una configuración del campo fundamental ψ con carga topológica total

$$Q_{\text{total}} = 3 \times 4 = 12.$$

El Helio-4 se identifica como un estado del sector $\mathcal{M}_{12}$ que admite una descomposición asintótica en cuatro bloques $Q = 3$ bien separados.

Definición 1 (Sector nuclear del Helio-4). *El sector nuclear correspondiente al Helio-4 se define como el conjunto de configuraciones $\psi \in \mathcal{M}_{12}$ que, a grandes distancias, se descomponen en cuatro solitones nucleónicos $Q = 3$.*

2. Interacción colectiva y minimización global

Sea $E_{12}(\{\Omega_i\}, \{a_{ij}\})$ la energía total del sistema compuesto, donde:

- Ω_i parametriza la orientación interna (isospín) del solitón i ,
- a_{ij} denota la separación efectiva entre los solitones i y j .

Se define la energía de interacción colectiva por

$$\Delta E_4 := E_{12} - 4E_3,$$

donde E_3 es la energía del nucleón aislado.

Axioma 1 (AT-B₄: existencia de ligadura colectiva). *Existe una configuración colectiva $\{\Omega_i^*\}$ y un conjunto de separaciones $\{a_{ij}^*\}$ tales que $\Delta E_4 < 0$ y el estado correspondiente es un mínimo local aislado del funcional de energía en el sector $\mathcal{M}_{12}$, módulo simetrías globales.*

3. Simetría interna y saturación nuclear

Proposición 1 (Saturación por simetría colectiva). *El estado ligado mínimo del sector $\mathcal{M}_{12}$ presenta una disposición de los cuatro solitones nucleónicos que maximiza la compatibilidad de orientaciones internas y minimiza simultáneamente todas las interacciones por pares, dando lugar a una configuración altamente simétrica.*

Observación 1. *La estabilidad del Helio-4 no se debe a una ligadura fuerte por pares individuales, sino a una minimización colectiva global del funcional de energía, inaccesible para sistemas con menor número de nucleones.*

4. Isospín total y neutralidad

El acoplo colectivo de los isospines individuales de los cuatro nucleones permite la formación de un estado con isospín total nulo.

Proposición 2 (Isospín total nulo). *El estado ligado mínimo del Helio-4 corresponde a una combinación colectiva de orientaciones internas que produce isospín total $I = 0$.*

Corolario 1 (Neutralidad efectiva). *El estado $I = 0$ implica neutralidad efectiva del núcleo frente a corrientes de isospín externas, contribuyendo a la rigidez y estabilidad del Helio-4 como objeto nuclear.*

5. Estabilidad excepcional

Definición 2 (Energía de ligadura colectiva). *La energía de ligadura del Helio-4 se define por*

$$B_\alpha := 4E_3 - E_{12}.$$

Proposición 3 (Estabilidad fuerte). *El Helio-4 es estable frente a cualquier descomposición en subsistemas nucleares menores, al corresponder a un mínimo colectivo profundo del funcional de energía en $\mathcal{M}_{12}$.*

Observación 2. *Esta estabilidad explica la abundancia del Helio-4 en procesos de fusión nuclear y su rol como estado final preferente en reacciones nucleares ligeras.*

6. Separación respecto a sectores intermedios

Proposición 4 (No participación del sector $Q = 2$). *La formación y estabilidad del Helio-4 no involucra configuraciones del sector $Q = 2$. La ligadura nuclear se realiza exclusivamente mediante interacciones entre bloques nucleónicos $Q = 3$.*

7. Cierre del capítulo nuclear ligero

Proposición 5 (Cierre estructural). *Con la definición del Helio-4 como estado ligado colectivo en el sector $Q = 12$, el marco Serena dispone de una descripción coherente y completa de la física nuclear ligera, basada en solitones nucleónicos y en interacciones residuales emergentes, sin introducir especies nucleares elementales adicionales.*

© 2026 J. E. P. Argibay — teoriaserena.com

Redistribution or use requires proper attribution.

Cierre del Compendio Nuclear de la Teoría Serena

El presente compendio fija de manera definitiva la estructura nuclear ligera en el marco de la Teoría Serena. El sector leptónico ($Q = 1$), el sector bariónico elemental ($Q = 3$), la cuarentena estructural del sector $Q = 2$ y la construcción de núcleos ligeros mediante estados ligados colectivos ($Q = 6$, $Q = 12$) quedan definidos de forma coherente, sin inconsistencias internas ni ajustes fenomenológicos ad hoc.

La dinámica se organiza mediante una teoría microscópica y una teoría efectiva inducida, garantizando simultáneamente confinamiento nuclear y propagación electromagnética de largo alcance. Con ello, el bloque nuclear de Serena queda cerrado como unidad conceptual autónoma. Los desarrollos posteriores relativos a física atómica, molecular o espectral se consideran extensiones del marco aquí fijado y se abordarán en volúmenes independientes.