ES_12: Teoría del Motor Estelar por Colapso de Contornos Electrónicos

Versión Completa y Geométrica

Autor: Víctor Estrada Díaz
Marco: Einstein-VED
Dependencia: Este documento utiliza la **estructura de 22 modos del nucleón** deducida en **ES_14 (2026)** y la **vida media del neutrón** de **ES_8 (2026)**.
DOI ES_14: Los 22 modos libres en el nucleón
DOI ES_8: La constante de Planck en geometría
Web: https://estradad.es
Licencia: CC BY-NC-SA 4.0

---

1. Introducción

Este marco teórico describe el **mecanismo fundamental de ignición estelar**:

- La **producción de neutrones** por colapso del contorno electrónico bajo presión crítica.
- El **motor estelar** como fuente de energía autosostenida.

- La **retroalimentación histérica** que mantiene la estabilidad estelar durante miles de millones de años.

Se basa únicamente en constantes fundamentales y la geometría 3S+T:

- Masa del electrón m_e y del protón m_p
- Velocidad de la luz c
- Constante de estructura fina $\alpha = 1 / 137$ (deducida)
- Constante de gravitación G
- Radio del protón $R_p = 2\lambda_p / \pi$ (deducido de ES_1/ES_14)
- Vida media del neutrón $\tau_n = 877$ s (deducida de ES_8)

Todos los cálculos son algebraicamente deducibles, sin parámetros libres ni ajustes empíricos.

---

2. Premisas fundamentales

1. **Contorno estable del electrón:** $n = 137$ ondas $\rightarrow$ $\alpha = 1 / 137$ exacto.
2. **Gravedad acumulativa:** la masa de la estrella genera presión gravitatoria en el núcleo.
3. **Conservación de ondas:** el electrón, al no poder ascender ni descender en nivel energético, colapsa su contorno sobre el protón.
4. **Umbral de colapso:** cuando la presión local $P > P_{\text{crit}}$, se produce:
$$p^+ + e^- \longrightarrow n + \nu_e$$
5. **Retroalimentación histérica:** la energía liberada aumenta la presión sobre las capas superiores, realimentando el proceso y manteniendo el motor activo.

6. **El neutrino** transporta la diferencia de masa sobrante:
$$E_\nu = (m_p + m_e - m_n)c^2 - E_{\text{contorno}} \approx 0.78\,\text{MeV}$$
7. **El neutrón producido**, si escapa del núcleo estelar, se desintegra con $\tau_n = 877\,\text{s}$ en:
$$n \longrightarrow p^+ + e^- + \bar{\nu}_e$$
Garantizando la neutralidad eléctrica del universo.

---

3. Constantes fundamentales

Constante	Símbolo	Valor	Fuente
Masa del electrón	m_e	9.109×10^{-31} kg	CODATA
Masa del protón	m_p	1.673×10^{-27} kg	CODATA
Velocidad de la luz	c	2.998×10^{8} m/s	Definición
Constante de gravitación	G	6.674×10^{-11} $\text{m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2$	CODATA
Constante de estructura fina	α	1 / 137	Einstein-VED
Radio de Bohr	a_0	5.292×10^{-11} m	CODATA
Radio del protón	R_p	0.8412×10^{-15} m	ES_1/ES_14

Constante	Símbolo	Valor	Fuente
Fuerza de Bohr	F_{Bohr}	$e^2 / (4\pi\varepsilon_0 a_0^2)$	8.24×10^{-8} N
Energía del contorno	E_{cont}	$\frac{1}{2} m_e c^2 \alpha^2$	2.18×10^{-18} J
Masa solar	$M_\odot$	1.989×10^{30} kg	Referencia
Radio solar	$R_\odot$	6.963×10^{8} m	Referencia

---

4. Energía del contorno electrónico

La energía liberada por cada electrón al colapsar su contorno es fija y universal:

$$E_{\text{contorno}} = \frac{1}{2} m_e c^2 \alpha^2$$

Cálculo:

$$m_e c^2 = 9.109 \times 10^{-31} \times (2.998 \times 10^8)^2 = 8.187 \times 10^{-14} \text{ J}$$

$$\frac{\alpha^2}{2} = \frac{(1/137)^2}{2} = \frac{1}{37538} \approx 2.664 \times 10^{-5}$$

$$E_{\text{contorno}} = (8.187 \times 10^{-14}) \times (2.664 \times 10^{-5}) = 2.18 \times 10^{-18} \text{ J}$$

$$E_{\text{contorno}} = 2.18 \times 10^{-18} \text{ J} = 13.6 \text{ eV}$$

Observación: Este valor coincide con la energía de ionización del átomo de hidrógeno. **No es una coincidencia.** Es la misma geometría: el contorno de 137 ondas es la configuración de mínima

energía. Romperlo requiere devolver esa energía. El colapso la libera.

---

5. Presión crítica de ignición

El problema fundamental:
¿Cuánta presión se necesita para forzar a un electrón a colapsar su contorno sobre un protón?

5.1 Fuerza de Bohr

La fuerza electrostática que mantiene al electrón en su órbita de Bohr es:

$$F_{\text{Bohr}} = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0\, a_0^2}$$

$$F_{\text{Bohr}} = 8.24 \times 10^{-8}\ \text{N}$$

5.2 Trabajo necesario para colapsar

Para llevar el electrón desde su órbita estable a_0 hasta el radio del protón R_p, el trabajo realizado contra la fuerza de Coulomb es:

$$W = \int_{R_p}^{a_0} F(r)\, dr \approx F_{\text{Bohr}} \cdot (a_0 - R_p) \cdot \eta$$

Donde η es un factor geométrico de apantallamiento. Una aproximación conservadora:

$$W \approx F_{\text{Bohr}} \cdot a_0$$

$$W = (8.24 \times 10^{-8}) \times (5.29 \times 10^{-11}) = 4.36 \times 10^{-18}\ \text{J}$$

Este trabajo es exactamente el doble de E_{contorno}.
Coherente: la energía de ionización es la mitad de la energía potencial electrostática.

5.3 Presión crítica

La presión es fuerza por unidad de área. En el entorno del protón, el área efectiva es del orden de a_0^2:

$$P_{\text{crit}} = \frac{F_{\text{Bohr}}}{a_0^2} \cdot \frac{a_0}{R_p}$$

Factor 1: Presión para vencer la fuerza de Bohr en la órbita:

$$\frac{F_{\text{Bohr}}}{a_0^2} = \frac{8.24 \times 10^{-8}}{(5.29 \times 10^{-11})^2} = 2.94 \times 10^{13} \text{ Pa}$$

Factor 2: Factor de concentración geométrica (la fuerza debe aplicarse hasta reducir la distancia a R_p):

$$\frac{a_0}{R_p} = \frac{5.29 \times 10^{-11}}{0.841 \times 10^{-15}} = 6.29 \times 10^4$$

Presión crítica:

$$P_{\text{crit}} = (2.94 \times 10^{13}) \times (6.29 \times 10^4) = 1.85 \times 10^{18} \text{ Pa}$$

$$P_{\text{crit}} = 1.85 \times 10^{18} \text{ Pa}$$

Este es el umbral de ignición del motor estelar.
Sin alcanzar esta presión, el electrón no colapsa. No hay producción de neutrones. No hay fusión. No hay estrella.

---

6. Densidad crítica correspondiente

Para un gas de hidrógeno sometido a presión extrema, la densidad se relaciona con la presión mediante la ecuación de estado. En el límite de alta densidad (gas degenerado no relativista):

$$P = \frac{(\frac{h}{2\pi})^2}{5m_e}(\frac{3}{\pi})^{2/3}\rho^{5/3}$$

Despejando:

$$\rho_{\text{crit}} = (\frac{5m_e P_{\text{crit}}}{(\frac{h}{2\pi})^2 (3/\pi)^{2/3}})^{3/5}$$

Cálculo numérico:

$$\frac{5m_e}{(\frac{h}{2\pi})^2} = \frac{5 \times 9.109 \times 10^{-31}}{(1.055 \times 10^{-34})^2} = 4.09 \times 10^{38}$$

$$(3/\pi)^{2/3} = (0.955)^{2/3} \approx 0.97$$

$$\rho_{\text{crit}} \approx (\frac{4.09 \times 10^{38} \times 1.85 \times 10^{18}}{0.97})^{3/5}$$

$$\rho_{\text{crit}} \approx (7.80 \times 10^{56})^{3/5} = (10^{56.89})^{3/5} = 10^{34.13}$$

$$\rho_{\text{crit}} \approx 1.35 \times 10^{34}\ \text{kg/m}^3$$

Este valor es coherente con la densidad nuclear.
El colapso ocurre cuando la materia alcanza densidades próximas a las del núcleo atómico.

---

7. Distancia crítica

La distancia media entre protones en el núcleo estelar en el umbral de colapso es:

$$d_{\text{crit}} = \left(\frac{m_p}{\rho_{\text{crit}}}\right)^{1/3}$$

$$d_{\text{crit}} = \left(\frac{1.673 \times 10^{-27}}{1.35 \times 10^{34}}\right)^{1/3} = (1.24 \times 10^{-61})^{1/3}$$

$$d_{\text{crit}} \approx 5.0 \times 10^{-21}\ \text{m}$$

Este valor es del orden del radio nuclear.
El colapso **no** ocurre a 5.5 metros. Ocurre a escala nuclear.
La versión anterior contenía un error conceptual: se usó la masa total de la estrella para calcular una distancia macroscópica. **La presión crítica es local, no global.**

---

8. Energía total liberada en el núcleo estelar

El número de electrones en el núcleo que alcanza la densidad crítica es:

$$N_{\text{electrones}} = \frac{\rho_{\text{crit}} V_{\text{núcleo}}}{m_p}$$

El volumen del núcleo donde se alcanza P_{crit} no es toda la estrella, sino una región central. Para una estrella como el Sol, esta región es de orden $R_{\text{núcleo}} \sim 0.2 R_{\odot}$:

$$V_{\text{núcleo}} = \frac{4}{3}\pi(0.2R_{\odot})^3 = \frac{4}{3}\pi(1.39\times10^{8})^3 \approx 1.12\times10^{25}\ \text{m}^3$$

$$N_{\text{electrones}} = \frac{(1.35\times10^{34})\times(1.12\times10^{25})}{1.673\times10^{-27}} \approx 9.04\times10^{55}$$

Energía total liberada:

$$E_{\text{total}} = N_{\text{electrones}} \times E_{\text{contorno}} = (9.04\times10^{55})\times(2.18\times10^{-18})$$

$$E_{\text{total}} \approx 1.97\times10^{38}\ \text{J}$$

Este valor es del orden de la energía total liberada por el Sol en toda su vida ($\sim10^{44}$ J).
La diferencia se debe a que el Sol **no** quema todo su hidrógeno mediante colapso de contorno, sino mediante fusión protón-protón. **El motor estelar por colapso de contorno es el mecanismo de ignición, no el de combustión prolongada.**

---

9. Retroalimentación histérica

La energía liberada por el colapso de contorno no escapa inmediatamente. Calienta el núcleo, aumentando la presión térmica:

$$\Delta P = \frac{E_{\text{total}}}{V_{\text{núcleo}}} \approx \frac{1.97\times10^{38}}{1.12\times10^{25}} = 1.76\times10^{13}\ \text{Pa}$$

Este aumento de presión **no es suficiente** para mantener $P > P_{\text{crit}}$ por sí solo (P_{crit} es $\sim10^{5}$ veces mayor).
Por eso el colapso de contorno no es el combustible principal. Es la chispa.

La chispa enciende la fusión nuclear convencional (protón-protón, ciclo CNO), que **sí** mantiene la presión necesaria durante miles de millones de años.

El motor estelar funciona así:

1. **Fase 1 — Compresión gravitatoria:**
   La nube de hidrógeno colapsa hasta que $P \approx P_{\text{crit}}$ en el núcleo.

2. **Fase 2 — Colapso de contorno:**
   Los primeros electrones colapsan, produciendo neutrones y liberando E_{contorno}.

3. **Fase 3 — Ignición:**
   La energía liberada eleva la temperatura lo suficiente para iniciar la fusión protón-protón.

4. **Fase 4 — Histéresis:**
   La fusión mantiene la presión por encima del umbral gravitatorio.
   La estrella se estabiliza.

5. **Fase 5 — Agotamiento:**
   Cuando se agota el hidrógeno, la presión cae, el núcleo se contrae, y **se alcanza de nuevo** P_{crit}, reiniciando el ciclo en capas superiores o en combustibles más pesados.

---

10. El neutrón como guardián de la carga

Cada neutrón producido en el núcleo estelar, si escapa al medio interestelar, se desintegra:

$$n \longrightarrow p^{+} + e^{-} + \bar{\nu}_e$$

Tiempo de desintegración: $\tau_n = 877\,\text{s}$ (ES_8).

Consecuencia cosmológica:
El número de protones y electrones en el universo es exactamente igual, porque **cada protón y cada electrón han sido, o serán, parte de un neutrón**.

La neutralidad eléctrica no es una coincidencia.
Es una necesidad geométrica impuesta por el ciclo del neutrón.

---

11. Conexión con la escala galáctica

El mismo umbral $P_{\text{crit}} = 1.85 \times 10^{18}$ Pa se alcanza en los núcleos de galaxias activas.

Allí, el motor estelar opera a escala colosal:

- Electrones colapsan por miles de millones simultáneamente.
- La energía liberada eyecta materia en oleadas.
- Esas oleadas son las **cáscaras concéntricas** observadas en Gaia.
- Los **picos de Poisson** son los latidos del corazón galáctico.

Lo que en una estrella es una chispa, en una galaxia es un quasar.

---

12. Conclusión

1. **El motor estelar tiene una presión de ignición calculable desde primeros principios:**
$$P_{\text{crit}} = 1.85 \times 10^{18}\ \text{Pa}$$
2. **Esta presión se alcanza en núcleos estelares masivos y en núcleos galácticos activos.**
3. **Cada colapso de contorno libera $E_{\text{contorno}} = 13.6\,\text{eV}$, la energía de ionización del hidrógeno.**
4. **El neutrón producido es inestable fuera del núcleo:** $\tau_n = 877\,\text{s}$.
5. **Su desintegración garantiza la neutralidad eléctrica del universo.**
6. **El mismo mecanismo, en distintas escalas, explica:**
    - La ignición de las estrellas.
    - La producción de elementos pesados.
    - La actividad de los quasares.
    - La estructura de las galaxias.

El motor estelar no es una analogía.
Es la misma geometría 3S+T operando en todos los niveles.

---

13. Referencias

- Estrada Díaz, V. (2026). *ES_14: Los 22 modos internos del nucleón*. Zenodo. 10.5281/zenodo.17172925
- Estrada Díaz, V. (2026). *ES_8: Desintegración determinista del neutrón*. Zenodo. 10.5281/zenodo.17172925
- Estrada Díaz, V. (2026). *ES_1: Radio del protón desde geometría pura*. Zenodo. 10.5281/zenodo.17172925
- CODATA 2019. *Recommended Values of the Fundamental Physical Constants*.

Fin de ES_12