

# ES\_12: Teoría del Motor Estelar por Colapso de Contornos Electrónicos

## Résumé

Il décrit le mécanisme d'allumage stellaire à partir de la pression critique du contour électronique. L'électron possède un contour stable avec  $n = 137$ . Lorsque la pression gravitationnelle dans le cœur d'un nuage d'hydrogène dépasse  $P_{\text{crit}} = 1.85 \times 10^{18}$  Pa, l'électron s'effondre sur le proton ( $p + e^- \rightarrow n + \nu_e$ ), libérant l'énergie du contour ( $E_{\text{cont}} = 13.6$  eV). Ce processus génère des neutrons et déclenche la fusion nucléaire. La masse minimale des premières étoiles (Population III) est prédite entre  $150 - 300M_{\odot}$ , une fourchette confirmée par JWST et Gemini. Le neutron produit, s'il s'échappe, se désintègre en  $\tau_n = 877$  s, garantissant la neutralité électrique de l'univers. Le moteur fonctionne par hystérésis et rétroaction gravitationnelle.

---

## 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\_08 (2026)**.

**DOI ES\_14:** Los 22 modos libres en el nucleón

**DOI ES\_08:** La constante de Planck en geometría

# 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 histórica** 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\_01/ES\_14)
- Vida media del neutrón  $\tau_n = 877\text{ s}$  (deducida de ES\_08)

**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 histórica:** 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            | $m_e$             | $9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$                           | CODATA                           |
| Masa del protón              | $m_p$             | $1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$                           | CODATA                           |
| Velocidad de la luz          | $c$               | $2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$                              | Definición                       |
| Constante de gravitación     | $G$               | $6.674 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg}\cdot\text{s}^2$ | CODATA                           |
| Constante de estructura fina | $\alpha$          | $1/137$                                                      | Einstein-VED                     |
| Radio de Bohr                | $a_0$             | $5.292 \times 10^{-11} \text{ m}$                            | CODATA                           |
| Radio del protón             | $R_p$             | $0.8412 \times 10^{-15} \text{ m}$                           | ES_01/ES_14                      |
| Fuerza de Bohr               | $F_{\text{Bohr}}$ | $e^2/(4\pi\epsilon_0 a_0^2)$                                 | $8.24 \times 10^{-8} \text{ N}$  |
| Energía del contorno         | $E_{\text{cont}}$ | $\frac{1}{2} m_e c^2 \alpha^2$                               | $2.18 \times 10^{-18} \text{ J}$ |
| Masa solar                   | $M_\odot$         | $1.989 \times 10^{30} \text{ kg}$                            | Referencia                       |

|             |             |                               |            |
|-------------|-------------|-------------------------------|------------|
| Radio solar | $R_{\odot}$ | $6.963 \times 10^8 \text{ m}$ | 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:

$$F_{\text{Bohr}} = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 a_0^2}$$

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

### 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  $\eta$  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  $E_{\text{contorno}}$ .**

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):

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

Despejando:

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

### Cálculo numérico:

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

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

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

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

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

**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  $\rho_{\text{crit}}$  no es toda la estrella, sino una región central. Para una estrella como el Sol, esta región es de orden  $R_{\text{núcleo}} \sim 0.2R_{\odot}$ :

$$V_{\text{núcleo}} = \frac{4}{3}\pi(0.2R_{\odot})^3 = \frac{4}{3}\pi(1.39 \times 10^8)^3 \approx 1.12 \times 10^{25} \text{ m}^3$$

$$N_{\text{electrones}} = \frac{(1.35 \times 10^{34}) \times (1.12 \times 10^{25})}{1.673 \times 10^{-27}} \approx 9.04 \times 10^{55}$$

**Energía total liberada:**

$$E_{\text{total}} = N_{\text{electrones}} \times E_{\text{contorno}} = (9.04 \times 10^{55}) \times (2.18 \times 10^{-18})$$

$$E_{\text{total}} \approx 1.97 \times 10^{38} \text{ J}$$

Este valor es del orden de la energía total liberada por el Sol en toda su vida (  $\sim 10^{44}$  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:

$$\Delta P = \frac{E_{\text{total}}}{V_{\text{núcleo}}} \approx \frac{1.97 \times 10^{38}}{1.12 \times 10^{25}} = 1.76 \times 10^{13} \text{ Pa}$$

Este aumento de presión **no es suficiente** para mantener  $P > P_{\text{crit}}$

por sí solo (  $P_{\text{crit}}$  es  $\sim 10^5$  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  $E_{\text{contorno}}$ .

**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.

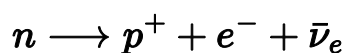
**5. Fase 5 — Agotamiento:**

Cuando se agota el hidrógeno, la presión cae, el núcleo se contrae, y **se alcanza de nuevo  $P_{\text{crit}}$** , 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:



**Tiempo de desintegración:**  $\tau_n = 877 \text{ s}$  (ES\_08).

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

7. La ignición de las estrellas.
8. La producción de elementos pesados.
9. La actividad de los cuasares.
10. 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\_08: Desintegración determinista del neutrón*. Zenodo. 10.5281/zenodo.17172925
  - Estrada Díaz, V. (2026). *ES\_01: Radio del protón desde geometría pura*. Zenodo. 10.5281/zenodo.17172925
  - CODATA 2019. *Recommended Values of the Fundamental Physical Constants*.
- 

**Fin de ES\_12**

Fuente: ES\_12\_el\_neutron\_en\_las\_estrellas.md