

Clase 1: ¿Qué es MHD-INT?

Un laboratorio de evolución planetaria en tu computadora

Todas las cifras de las clases salen de simulaciones reales del motor MHD-INT v5.2.2. Las simulaciones parten de los valores ACTUALES de cada planeta y avanzan hacia el futuro. Escenario: 5.0 mil millones de años paso de 10 000 años motor MHD-INT v5.2.2.

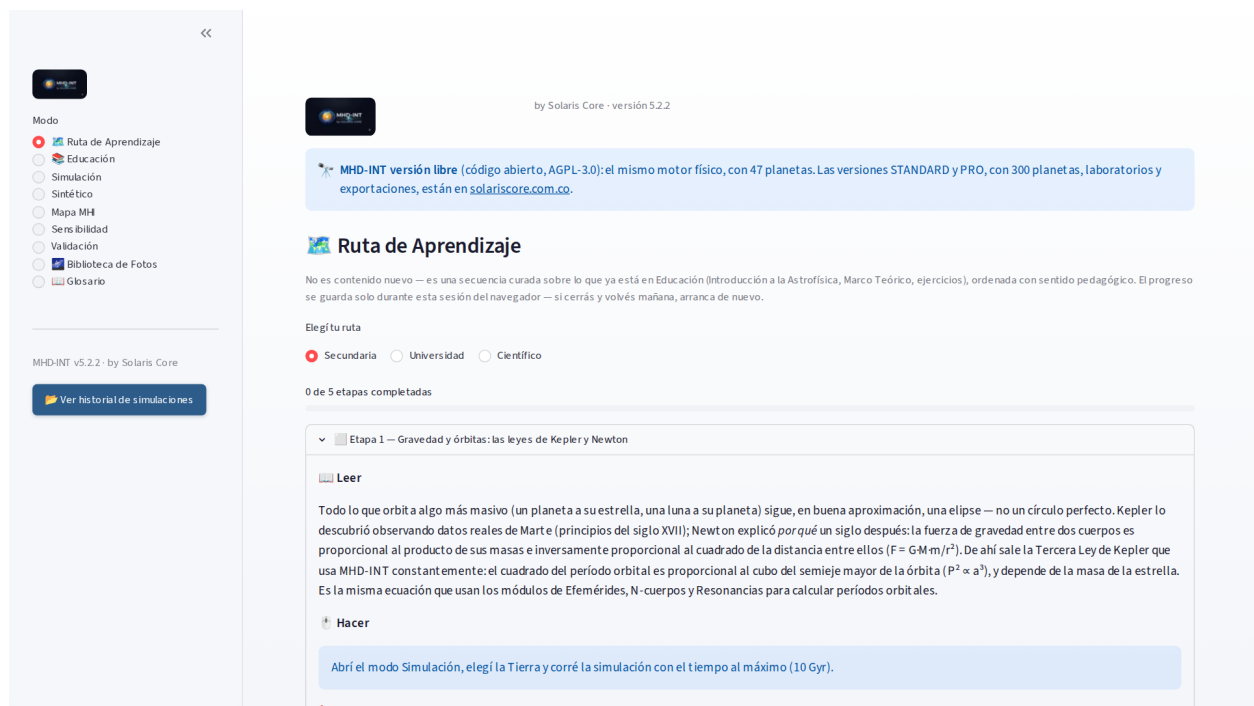
Objetivos

- Saber qué simula MHD-INT y qué no
- Conocer las piezas del modelo y cómo se combinan
- Correr la primera simulación e interpretar el MHI

1. ¿Qué es MHD-INT?

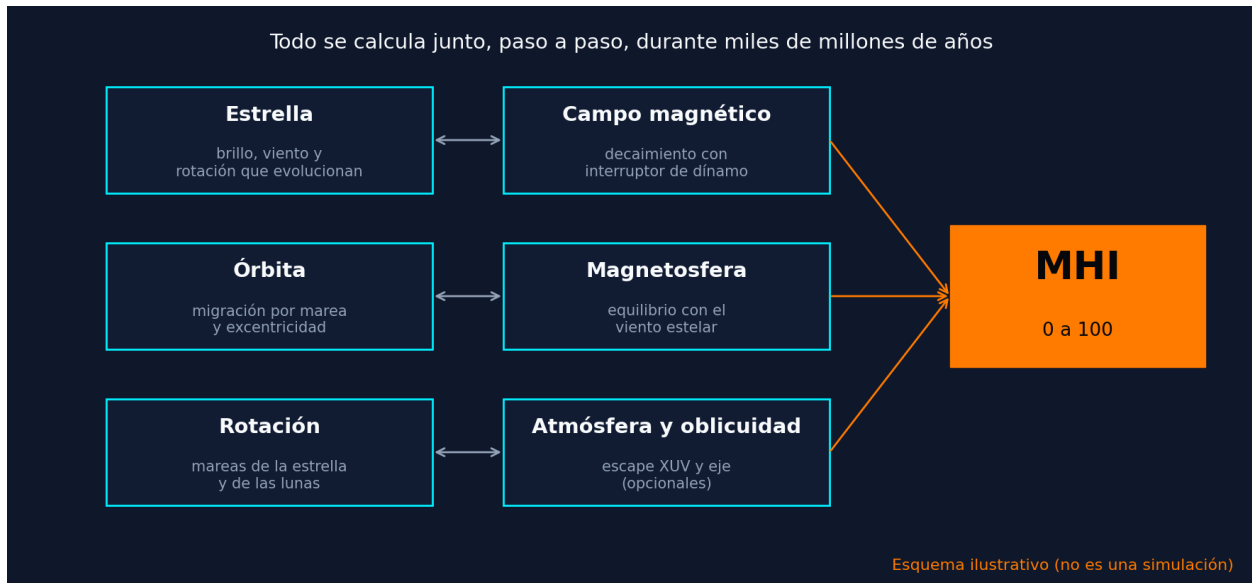
Bienvenidos al curso de astrofísica computacional con MHD-INT. En esta primera clase vamos a ver qué es esta herramienta, qué calcula, cómo se usa y, algo igual de importante, qué es lo que no hace.

2. Un laboratorio en tu computadora



MHD-INT es un simulador de interacción entre planetas y estrellas, en español, que corre en tu propia computadora. Le das un planeta, real o inventado, y calcula cómo cambian su órbita, su rotación y su campo magnético a lo largo de miles de millones de años. Trae una ruta de aprendizaje con etapas para secundaria, universidad y nivel científico, una sección de educación, un glosario y una biblioteca de fotos de la NASA.

3. Las piezas del modelo



Por dentro, el motor junta varios modelos físicos que se influyen entre sí. La estrella cambia con el tiempo: su brillo, su viento y su rotación. Las mareas mueven la órbita y frenan la rotación del planeta. El campo magnético del planeta decae o se mantiene según un interruptor de dínamo, y el viento de la estrella lo empuja y define el tamaño de la magnetosfera. De forma opcional se suman el escape de la atmósfera y la inclinación del eje. Con todo eso, el programa calcula el índice de habitabilidad magnética, el MHI, de cero a cien.

4. La primera simulación



Probemos con la Tierra durante 5 mil millones de años, con los valores que trae la aplicación por defecto. El resultado: el campo magnético pasa de 0,31 a 0,3 gauss, el día se alarga de veinticuatro a unas 85 horas por efecto de la Luna, y el escudo magnético está activo el 100 por ciento del tiempo. El MHI final es de 88,6 sobre cien: alta habitabilidad magnética. Es lo que ves en la captura.

5. Lo que MHD-INT no hace

- Campo magnético: modelo simplificado y calibrado, no la magnetohidrodinámica completa
- Exoplanetas: su campo magnético no está medido; se usan valores típicos
- Validación: prueba de consistencia con el Sistema Solar, no una predicción
- Modelo térmico del núcleo: experimental

Ahora, lo que la herramienta no hace, y conviene saberlo desde el principio. No resuelve las ecuaciones completas de la magnetohidrodinámica: el campo magnético es un modelo simplificado y calibrado. Ningún exoplaneta tiene su campo magnético medido, así que para ellos el motor usa valores típicos de su categoría. La validación con el Sistema Solar es una prueba de consistencia, no una predicción. Y el modelo térmico del núcleo está marcado como experimental. En cada clase vamos a señalar estos límites cuando aparezcan.

6. Tres versiones

- Libre (gratis, código abierto): mismo motor, 47 planetas, modos básicos; requiere Python
- STANDARD: 300 planetas, laboratorios guiados, reportes y exportaciones
- PRO: 8 modos avanzados (comparador, N-cuerpos, efemérides JPL...) y plantillas de Blender

MHD-INT tiene tres versiones. La versión libre es gratuita y de código abierto: trae el mismo motor físico, cuarenta y siete planetas y los modos básicos, y necesita Python. La versión STANDARD suma los trescientos planetas, laboratorios guiados y exportaciones. Y la PRO agrega ocho modos avanzados, como el comparador, los N-cuerpos y las efemérides de la NASA, más las plantillas de Blender. Para este curso alcanza con la versión libre.

7. Para practicar

Para practicar: instala la versión libre desde GitHub, abre el modo Simulación, elige la Tierra y pulsa Simular. Anota el MHI y compáralo con el de esta clase. Nos vemos en la segunda clase, donde recorreremos el Sistema Solar.

Datos de la simulación

Planeta	MHI	Escudo	Campo activo	Campo hoy (G)	Magnetopausa (radios)
Tierra	89	100 %	79 %	0.31	9.8

Ejercicio

1. Instala la versión libre: github.com/rodneymora94965/MHD-INT_Pro_v5.2 (pip install -r requirements.txt).
2. Ejecuta: streamlit run app_streamlit.py
3. Simula la Tierra con los valores por defecto y anota el MHI.

Limitaciones del modelo

- Las capturas son de la versión libre v5.2.2; STANDARD y PRO tienen más modos en el menú.

- La simulación de esta clase usa los valores por defecto de la aplicación (5 mil millones de años, paso de 10 000 años).

Referencias

- Marco teórico de MHD-INT (docs/MARCO_TEORICO.md en el repositorio).
- Koppurapu et al. (2014) y Driscoll & Barnes (2015), citados en las clases 9 y 10.

Roney Rigg Mora · Solaris Core · solariscore.com.co