

# Demonios de la Física

Mariano Echeverría

15/12/2011

# Los Demonios en Contexto

- ▶ El demonio de Laplace y el demonio de Maxwell forman parte de una tradición en la física de experimentos mentales (*gedankenexperiment*)
- ▶ Los GE llevan al extremo una situación conceptual que presenta una anomalía con las leyes de la física conocida (e.g, demonio de Maxwell) o bien las consecuencias últimas de la misma (e.g, demonio de Laplace)
- ▶ Tienen un linaje tan antiguo como los comienzos de la filosofía (paradojas de Zenón) hasta nuestros días (paradoja de los gemelos en relatividad especial)

# Demonio de Laplace

Aparece en **1820** en el prefacio a sus **Ensayos Filosóficos sobre la Probabilidad**.

*“...Una **inteligencia** que conociera todas las **fuerzas** que actúan en la naturaleza en un momento dado, así como las **posiciones** instantáneas de todos los objetos en el universo, sería capaz de comprender en una **única fórmula** los movimientos tanto de los cuerpos más grandes como de los átomos más ligeros en el mundo, suponiendo que fuera lo suficientemente poderoso como para someter todos los datos a su análisis: para él no habría nada incierto, tanto el futuro como el pasado serían presente para sus ojos”.*

- ▶ El demonio de Laplace son las consecuencias últimas del **determinismo** y el **mecanicismo**
- ▶ Establece la relación **determinismo**  $\longleftrightarrow$  **causalidad**
- ▶ **Interpretación epistémica**: probabilidad como ignorancia
- ▶ Al hablar de una inteligencia abre las puertas a ir aumentando nuestra capacidad de predicción del universo

## Laplace y QM

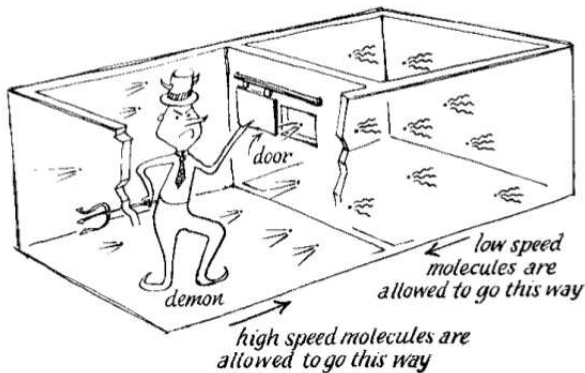
*Sin embargo, un artículo de Heisenberg que contenía su celebrada relación de incertidumbre, contribuyó más que el éxito anteriormente mencionado para la aceptación rápida de la interpretación estadística de la función- $\psi$ . Fue a través de este artículo que el carácter revolucionario de la nueva concepción se volvió clara. No solo demostró que **el determinismo de la física clásica debía ser abandonado**, sino también el **concepto ingenuo de realidad que veía a las partículas de la física atómica como si fuesen granos de arena muy pequeños**. [Max Born, Lectura del Nobel 1954]*

- ▶ Debido al demonio de Laplace se asoció la pérdida del determinismo con la pérdida de la causalidad.
- ▶ La interpretación epistémica de la probabilidad favoreció interpretaciones subjetivistas de la mecánica cuántica

# Demonio de Maxwell

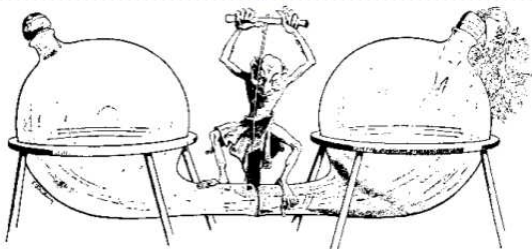
Aparece por primera vez en 1871 en el libro de Maxwell **Teoría del Calor**

Lord Kelvin lo bautiza en 1874 como el **Demonio Inteligente de Maxwell**



## Sobre Demonios: [Carta de Maxwell a Tait]

1. **¿Quién les dió su nombre?** Thomson
  2. **¿Qué cosa son por naturaleza?** Seres muy pequeños PERO activos incapaces de hacer trabajo pero capaces de abrir y cerrar válvulas que se mueven sin fricción o inercia
  3. **¿Cuál es su propósito fundamental?** Mostrar que la Segunda Ley de la Termodinámica solo tiene certeza estadística
  4. **¿Es la producción de una desigualdad de temperatura su única ocupación?** No, puesto que los demonios menos inteligentes pueden producir una diferencia tanto en presión como en temperatura al dejar pasar todas las partículas en una dirección mientras detiene todas las que viajan en dirección contraria. Esto reduce el demonio a una válvula. Como tal valóralo.
- 



Maxwell's demon at work

# Soluciones al Demonio

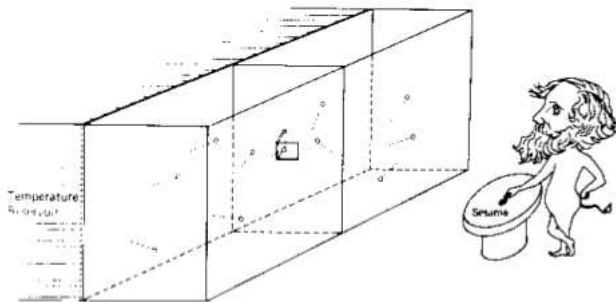
- ▶ Para poder saber cuales moléculas tienen mayor velocidad, el demonio debe interactuar con ellas de alguna forma, e.g, con luz
- ▶ Esto termina añadiendo más energía al sistema, lo cual viola la suposición de que el demonio no perturba el sistema





# Entropía e Información

- ▶ Para conocer las velocidades de las partículas, el demonio debe adquirir información sobre las mismas
- ▶ Suponiendo que no se viola la segunda ley, para que no se reduzca la entropía del sistema, el proceso de adquisición de información de entropía produce un aumento de entropía
- ▶ La entropía sería entonces una medida de la cantidad de información que se posee sobre el sistema



A Maxwell demon controlling a door between two chambers each initially at temperature  $T_1$  and pressure  $P_1$

Muchas Gracias

