

# Acople no lineal de modos en discos de acrecencia

Manuel Ortega, Hugo Solís, Vanessa López,  
Bryan Matamoros, Ariadna Venegas

Escuela de Física, CIGEFI  
Instituto de Física Teórica



# Dinámica de fluidos; relatividad general; rayos X

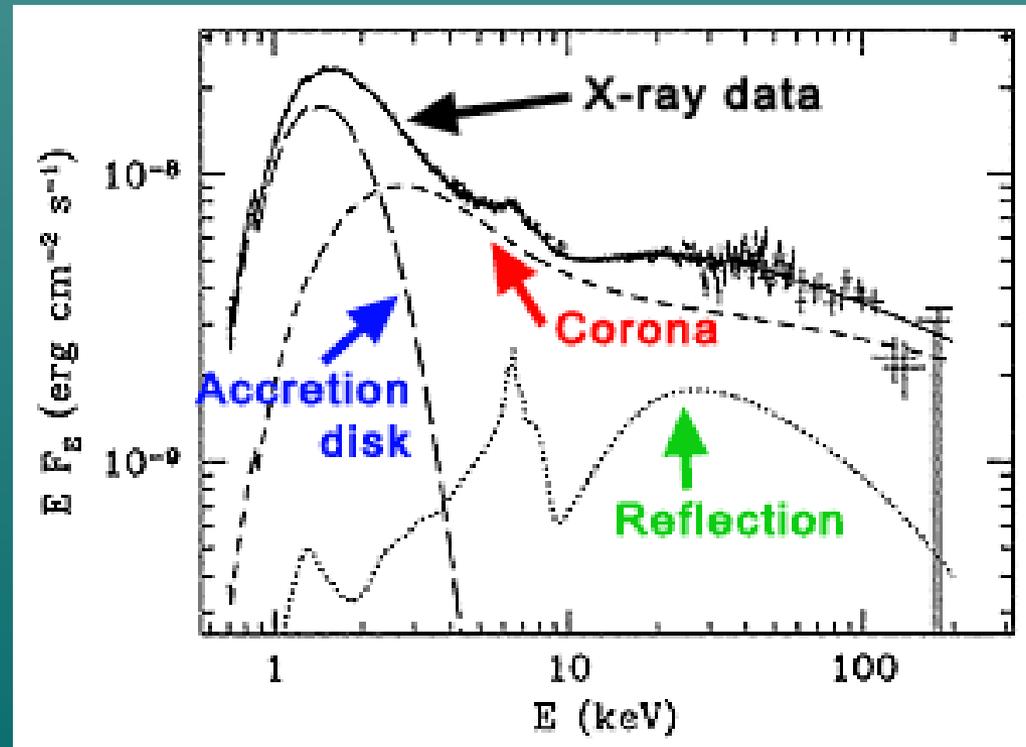


# El sistema físico



# Dos tipos de información

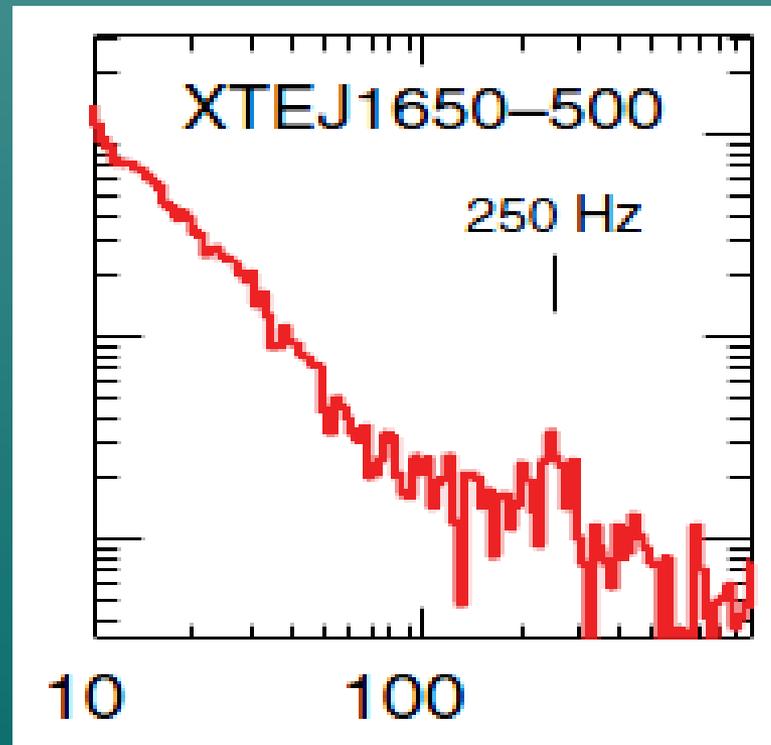
## *Energy spectrum*



X-ray binary *Cyg X*

# Dos tipos de información

## *Power Spectra*

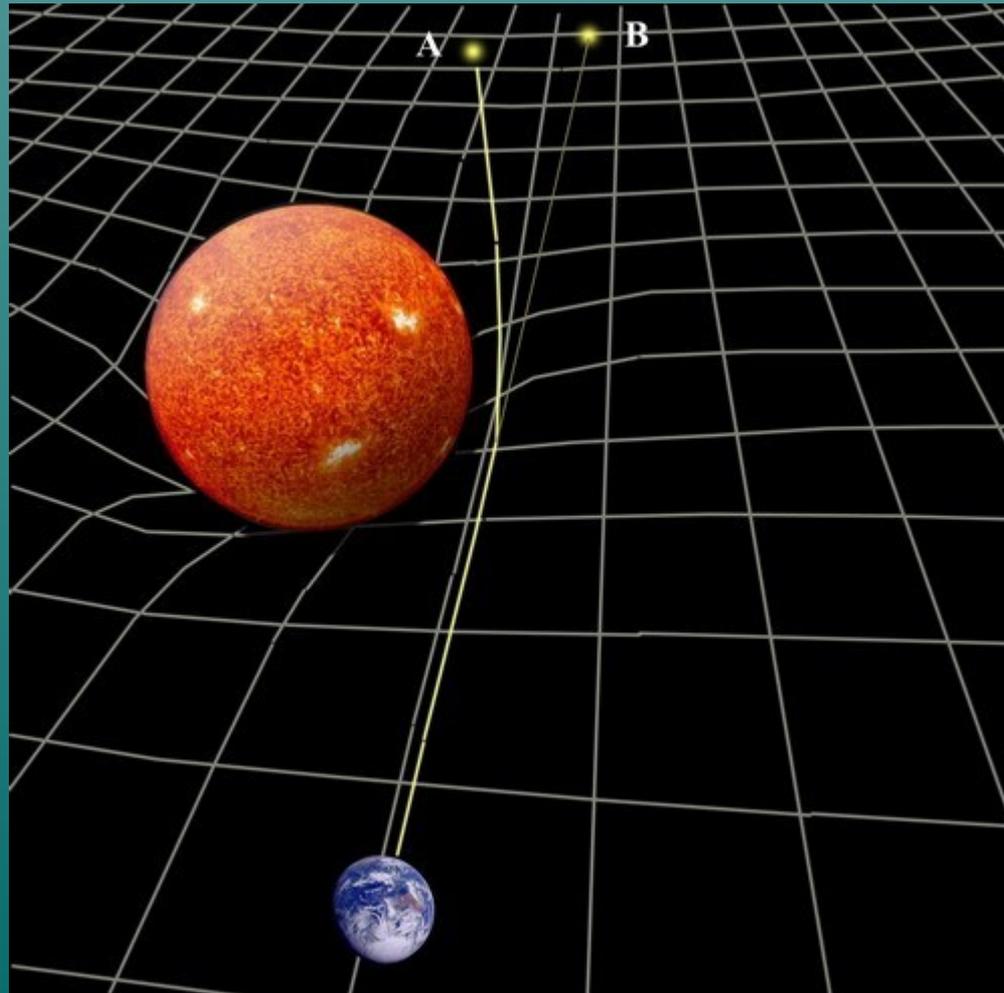


# Importancia

Son los fluidos más energéticos que se conocen

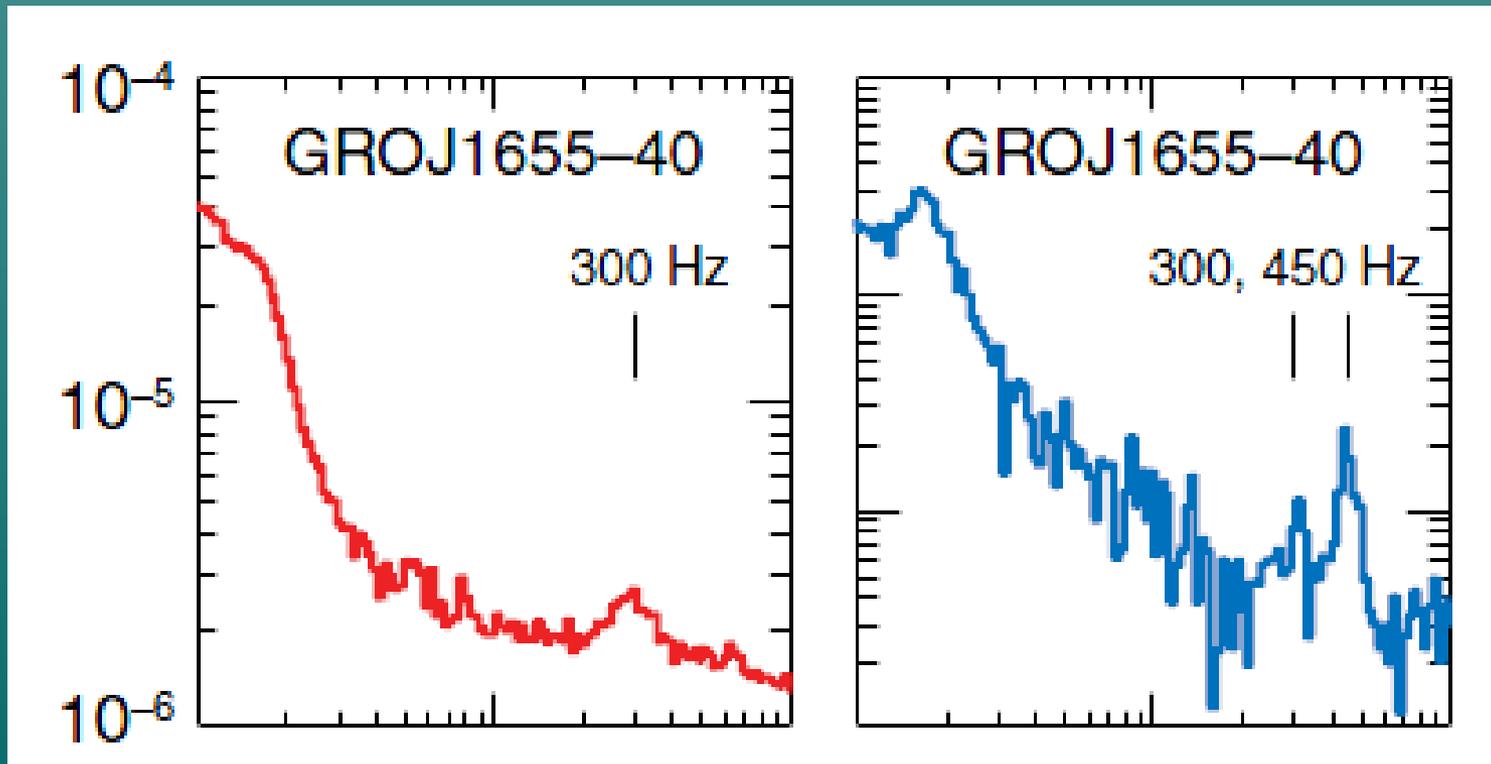
Única forma de estudiar los agujeros negros

# Relatividad General



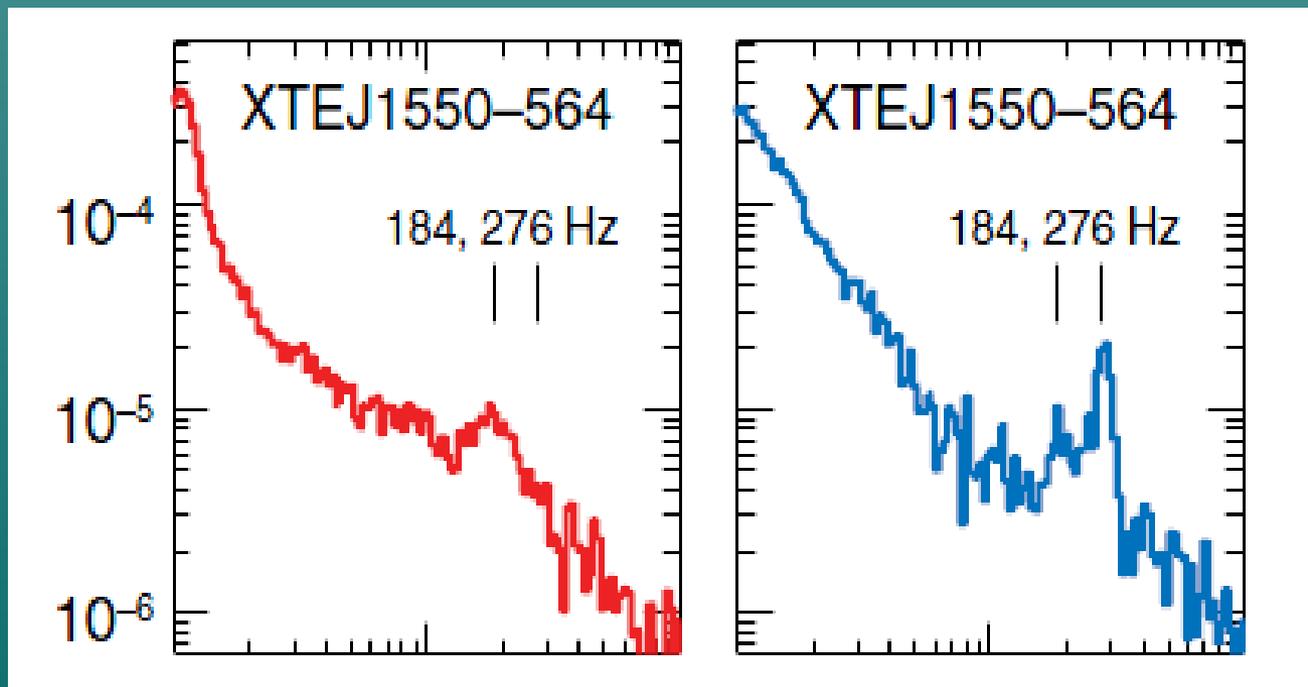
# Fenómeno estudiado: QPO

Quasi-periodic oscillations



# Fenómeno estudiado: QPO

Otro ejemplo de gemelos 3:2



# Modelo

Discosismología + efectos NL

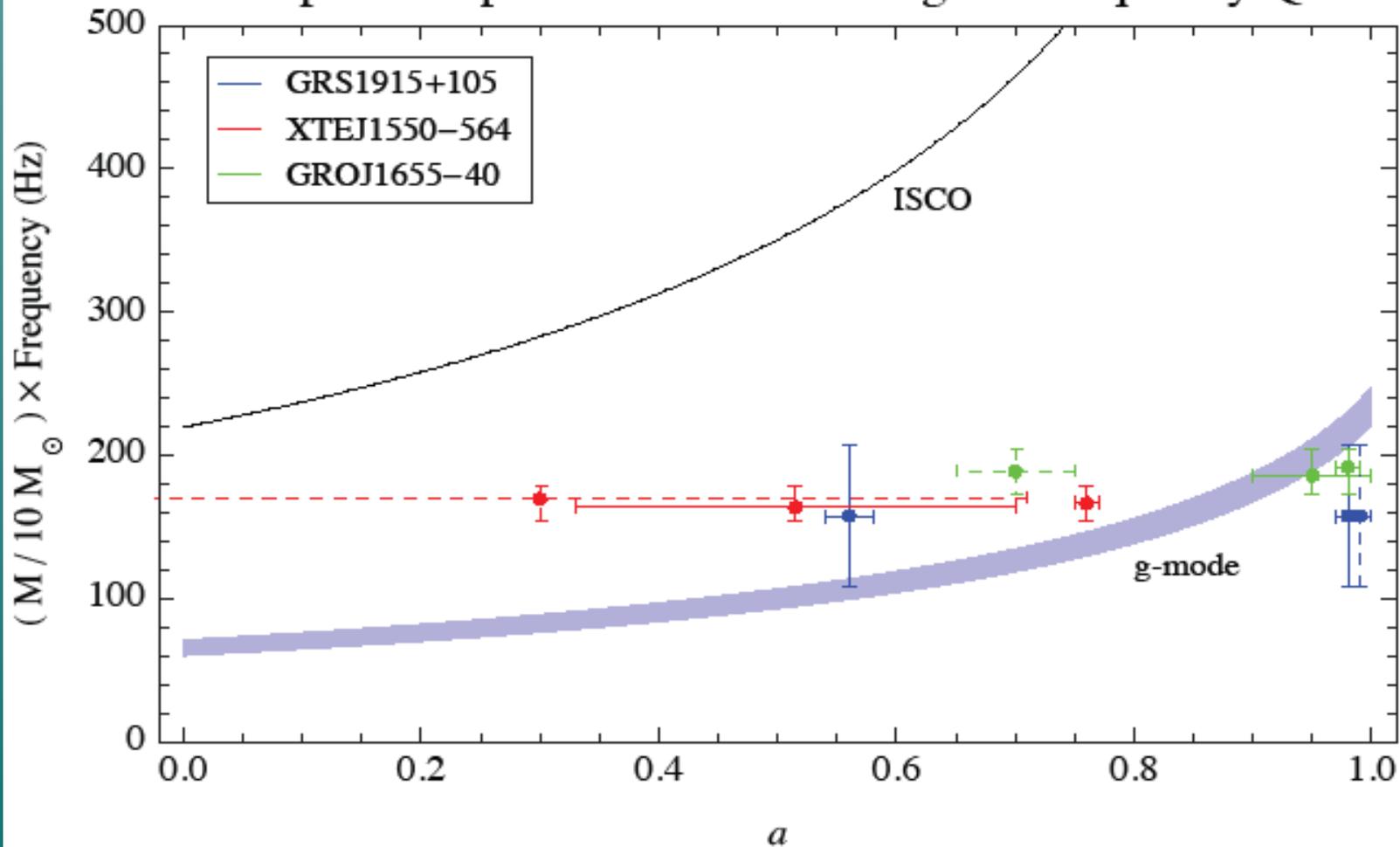
# Discosismología

El estudio de oscilaciones en discos de acrecencia en régimen relativista.

Los discos estudiados son geoméricamente delgados y ópticamente gruesos.

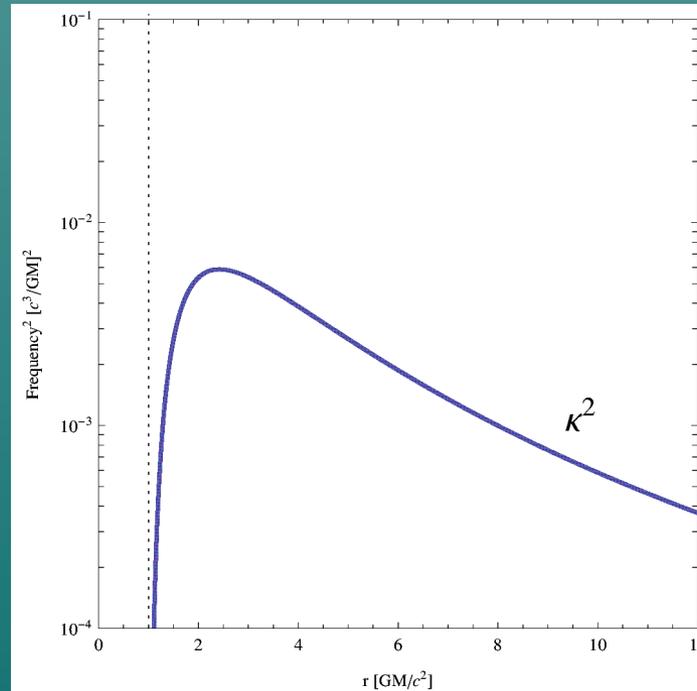
Hasta el día de hoy, no se sabe si los QPOs son explicados por la discosismología

## BH Spin Comparisons – Second highest frequency QPO



The determinations of spin from the line (solid) and continuum (dashed) methods are compared with the  $M$ - $a$  relation produced by the fundamental g-mode [band, for  $0 < L/L(\text{Edd}) < 0.5$ ]. The ISCO relation is also shown.

# Distintos tipos de oscilación

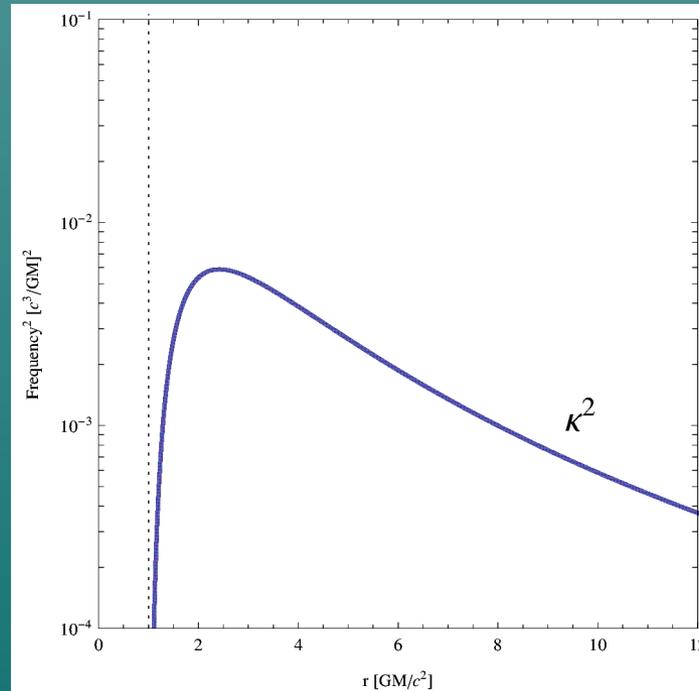


# Toy model

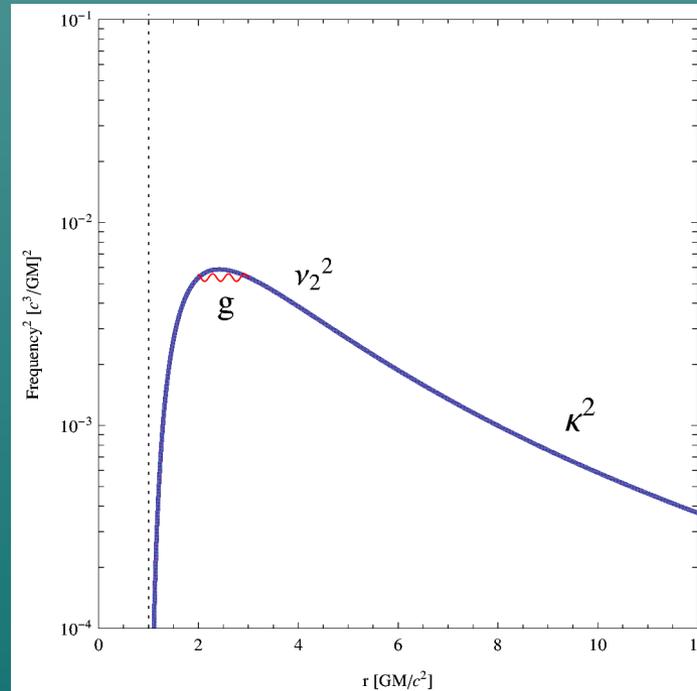
Oscilador no lineal *forzado*

$$\ddot{x} + \omega_0^2 x - \varepsilon x^2 - \delta x^3 = B \cos \omega t$$

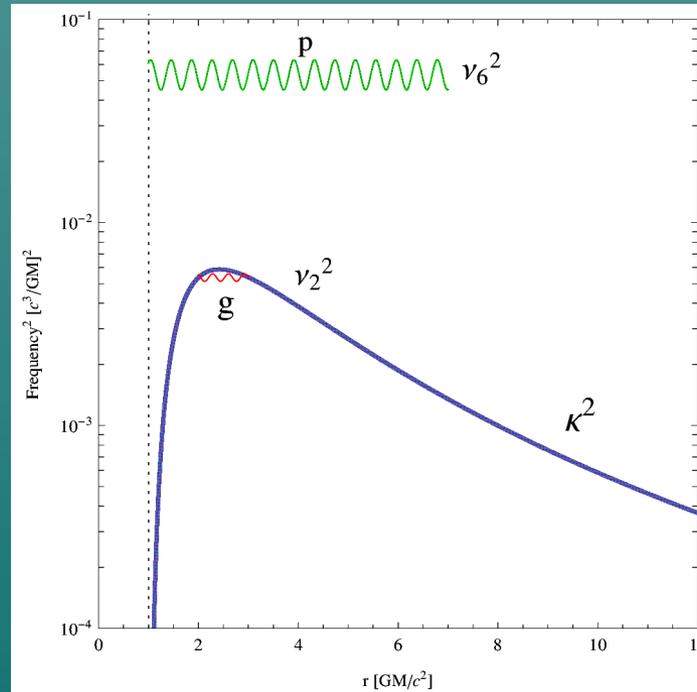
# Evolución



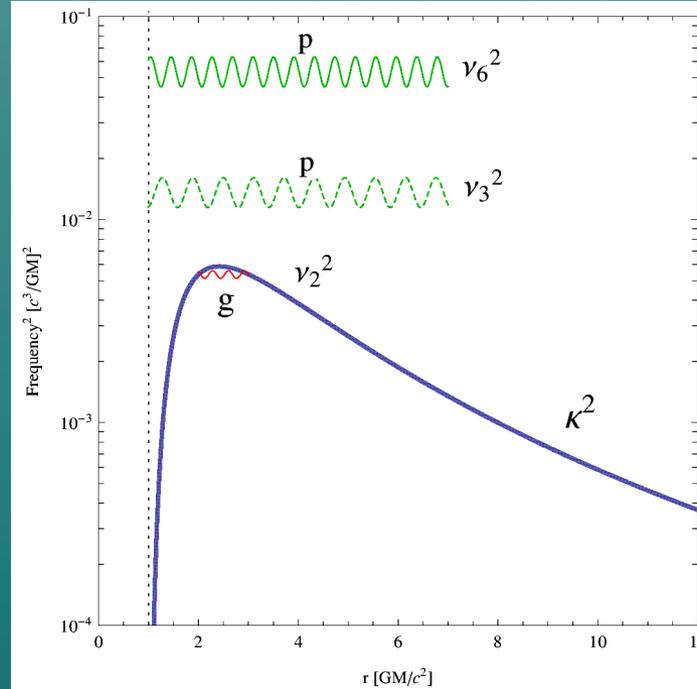
# Primero aparece un modo g



# Luego, por resonancia, aparece una oscilación 3 veces mayor

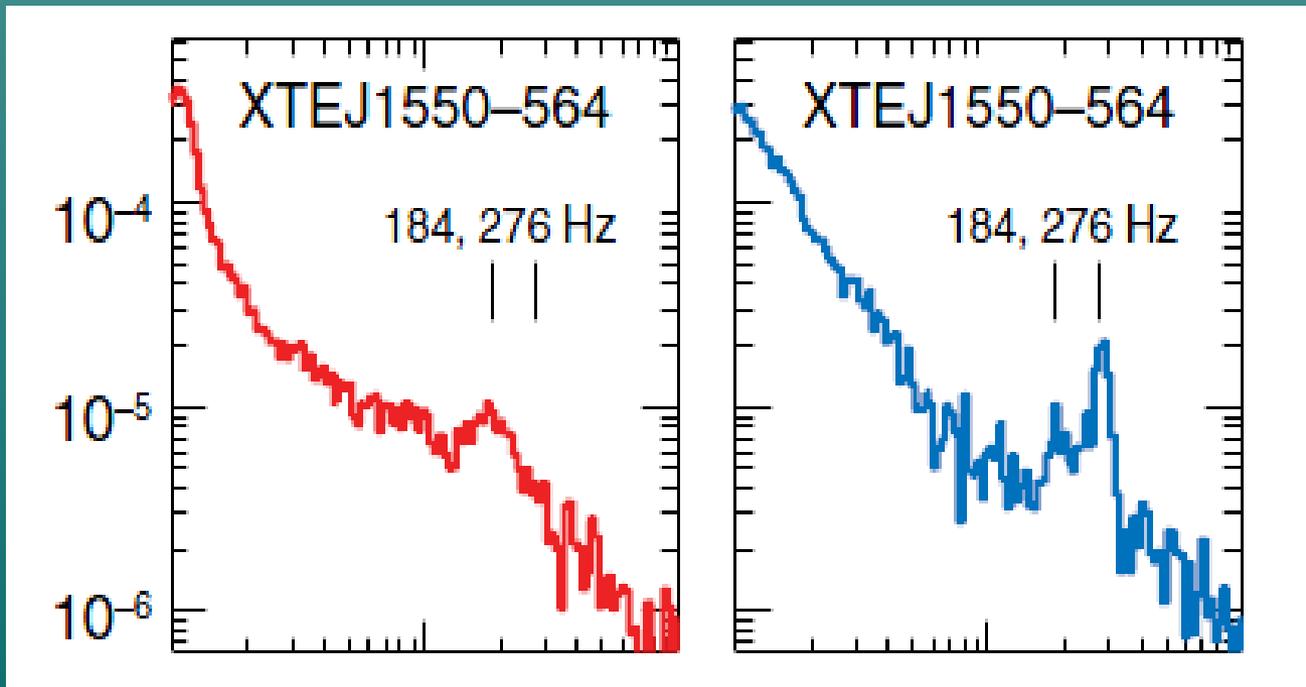


Finalmente, se genera un subarmónico con frecuencia igual a la mitad de la última



# Resultados

## Explicación de propiedades



# Predicciones

Frecuencia superior (“6”)

Frecuencia de combinación

Predicciones teóricas

# Trabajo futuro

Formal de los subarmónicos

Estudios numéricos

¿Solitones?

Muchas gracias  
manuel@iftucr.org