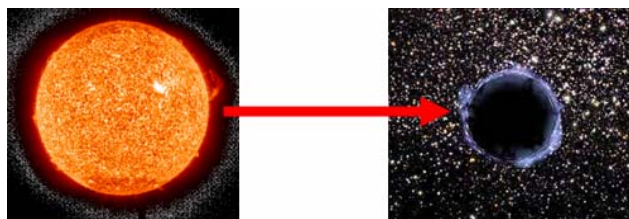


## Agujeros negros

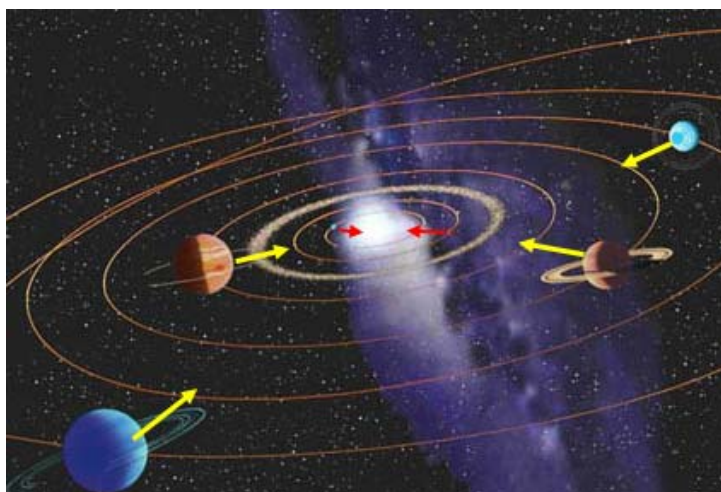
Este tema, a pesar de no estar en el programa de estudios, en cursos previos a la enseñanza secundaria o enseñanza media, lo planteo debido a la respuesta que usualmente se da a la siguiente pregunta:

Si nuestro Sol se convirtiera en “agujero negro”, ¿qué pasaría con los demás cuerpos que conforman el Sistema Solar?



A través de mi experiencia esa pregunta la he hecho varias veces, e invariablemente la respuesta más recurrente ha sido algo así:

“Si el Sol se convirtiera en agujero negro, los planetas, los satélites de los planetas, los cometas y todos los cuerpos que pertenecen al Sistema Solar serían absorbidos por el Sol”.



Indagando acerca del argumento que había tras esa respuesta, una de las más frecuentes se relaciona con la siguiente idea:

Un agujero negro tiene un campo gravitacional tan grande que incluso la luz no puede escapar de él, tiene la capacidad de atraer y absorber todo lo que le rodea.

Bien, esa es la respuesta y el argumento que más se repiten. ¿Está correcta esa respuesta y el argumento? Veamos.

¿Qué es un agujero negro?

Antes de comenzar, una aclaración: Lo que se plantea sobre el agujero negro en este documento es una primera aproximación, está en consideración el público a quien va dirigido el documento, aquí no se toma en cuenta, por ejemplo, las distorsiones que ocurren en el espacio-tiempo en las cercanías de ellos. Y, éstas aproximaciones son

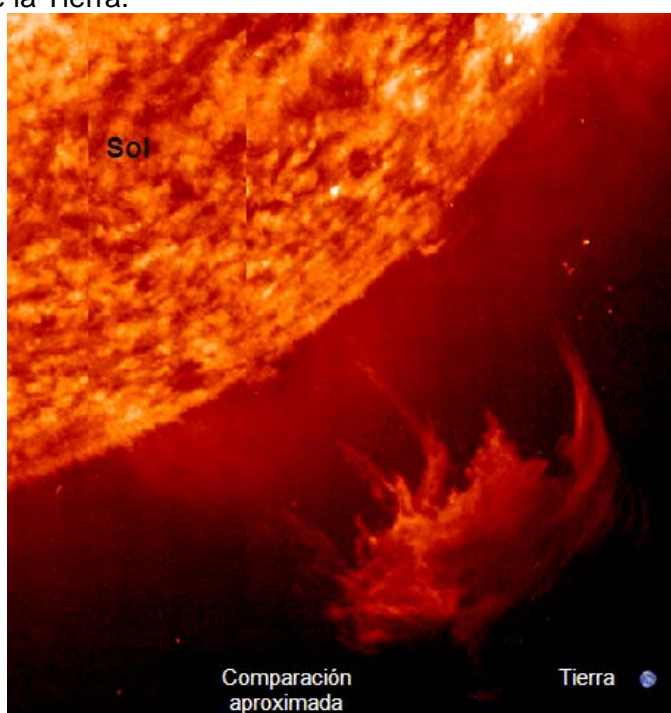
parecidas a las que hicieron en 1785 y 1798, los físicos John Michel (inglés) y Pierre Simón Laplace (francés) respectivamente.

Hecha esta aclaración, sigamos:

Un agujero negro es un cuerpo con una gran densidad, cuyo campo gravitacional es tan intenso que la luz que emite, o recibe de otros cuerpos, no logra escapar de su campo. Entonces, dado que no emite ni refleja luz es, si se pudiera ver ... se vería negro. Lo que no significa que lo sea, así se vería solo porque no emite luz.

¿Puede cualquier cuerpo ser o convertirse en agujero negro?

No. Para que un cuerpo se convierta en agujero negro, se estima que debe tener al menos una masa superior a dos y media veces la que tiene nuestro Sol. Y, para los que les gusta comparar, el Sol tiene una masa que es aproximadamente 330.000 veces la masa de la Tierra.



¿Cómo un cuerpo puede tener una densidad de masa tan grande para que pueda comportarse como agujero negro?

Considérese que la densidad de un cuerpo se calcula como el cociente entre su masa y su volumen, y el volumen depende de sus dimensiones físicas, y como en este caso se trataría de una esfera, dependería de su radio.

Entonces, hay dos opciones para que un cuerpo llegue a convertirse en agujero negro:

- tiene mucha masa
- es un cuerpo de pequeño radio

Bien. Ya está aclarado el punto acerca de qué es un agujero negro y qué cuerpos pueden convertirse en uno de ellos.

El problema del mes, en agosto de 2008, que se presentó en [www.profisica.cl](http://www.profisica.cl), pedía que se calculara el tamaño de la Tierra si se pudiera convertir en agujero negro, y la respuesta correcta indicaba que debería tener un radio de 8,86 mm. ¡ Ocho coma ochenta y seis milímetros ¡

Pero, la pregunta continúa, ¿absorbe un agujero negro todo lo que le rodea? Si el Sol se convirtiera en agujero negro, ¿absorbería todo lo que le rodea, todos los cuerpos del Sistema Solar?

Antes de responder esas preguntas, ¿por qué un agujero negro atrae lo que le rodea?

Ello ocurre por un efecto gravitacional, es nada más ni nada menos que una manifestación de la atracción gravitacional que existe entre dos cuerpos con masa. Esto fue planteado por Isaac Newton en el siglo XVII.



Si hay un agujero negro y un cuerpo en las inmediaciones de su campo gravitatorio, el cuerpo será atraído por el agujero. Es, repito, simplemente un efecto de la atracción gravitacional entre cuerpos.

Antes de continuar, otro alcance, en este documento se está simplificando la explicación a un tratamiento newtoniano, para comprender mejor el comportamiento de un agujero negro habría que recurrir a otros conceptos, que están asociados a física moderna, especialmente con la Teoría de la Relatividad.

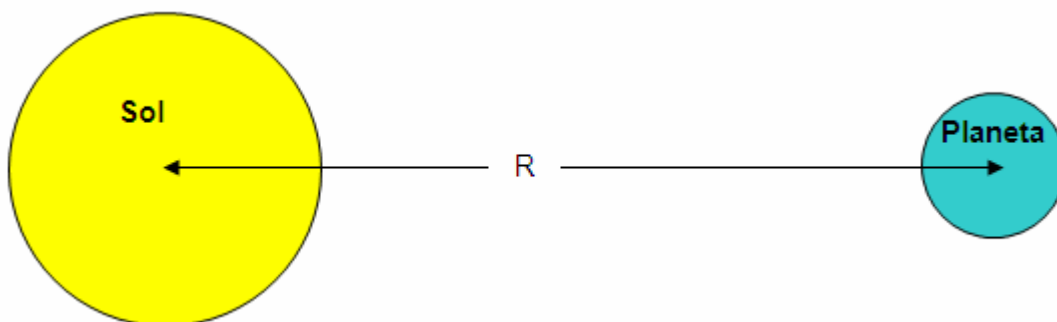
Entonces. Veamos el caso del Sol convirtiéndose en agujero negro. Aunque no tiene la masa suficiente, para efectos de la explicación que se intenta dar, supongamos que sí se convierte en tal.

Para ello basta que tenga la densidad suficiente y que no deje escapar la luz, eso se lograría si su tamaño se redujera a un tamaño mucho menor que el que tiene actualmente.

El Sol tiene un radio aproximado a 700.000.000 m, y para convertirse en agujero negro debería reducirse aproximadamente a 2.948,3 m.

Ahora bien, ¿de qué depende la fuerza con que el Sol atrae a un planeta?

De acuerdo a la Ley de Gravitación Universal, que es la que explica esta situación, esa fuerza depende de la distancia que hay entre el centro del Sol y el centro del planeta y la masa de ambos. Repito, depende de la distancia que hay entre el centro del Sol y el centro del planeta.

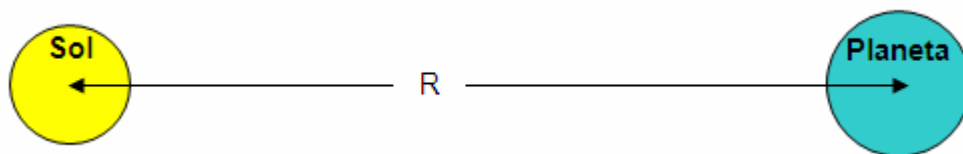


Si el Sol se convierte en agujero negro, ¿cambia la posición en que se encuentran los planetas? ¿Cambia la forma de la Ley de Gravitación Universal?

No a las dos preguntas, los planetas inicialmente no cambian la posición, y tampoco se modifica la Ley de Gravitación Universal.

En las circunstancias en que el Sol disminuye su tamaño, ¿su centro cambia de posición? ¿Cambia su masa?

Nuevamente la respuesta es NO. El centro del Sol sigue estando donde mismo y su masa no se reduce ni aumenta.



Como la Ley de Gravitación Universal depende de la masa de los cuerpos que participan en la atracción y la distancia de separación entre ellos. Y de acuerdo a lo que se ha planteado:

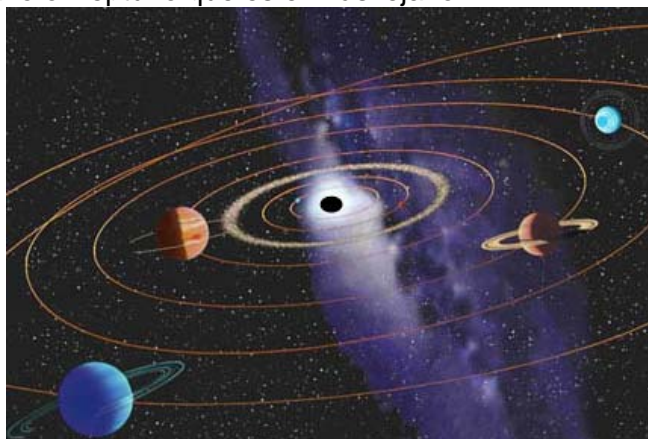
- no cambia la masa del Sol
- no cambia la masa del planeta
- no cambia la distancia entre el Sol y el planeta

Otra nota: A largo plazo, muy largo para ser más exacto, los cuerpos que orbitan al Sol, o a otra estrella, son atraídos por ellos forma espiral, esto ocurre porque los cuerpos van perdiendo energía por radiación de ondas gravitacionales.

¿Qué razón habría entonces para que la fuerza que el supuesto agujero negro, en que se ha convertido el Sol, pueda atraer más intensamente al planeta?

El planeta seguirá siendo atraído por el Sol con la misma intensidad, con la misma fuerza que actualmente le ejerce el Sol.

Por lo tanto, si hoy el planeta no es absorbido por el Sol. Aunque se convierta en agujero negro tampoco será absorbido, sin importar si se trata de Mercurio que es el planeta más cercano o Neptuno que es el más lejano.



Entonces, ¿por qué se dice que un agujero negro absorbe todo lo que le rodea?

El Sol, tal cual está, también absorbe todo lo que le rodea, pero la intensidad con que lo hace no es suficiente para que los cuerpos afectados por su atracción gravitacional caigan sobre él.

La fuerza que el Sol ejerce sobre los planetas, y otros cuerpos que giran en torno a él, es solo lo suficiente para que se mantengan en órbita en torno a él. Nada más.

Ahora, si el Sol reduce su tamaño para convertirse en agujero negro, en las cercanías de la nueva superficie que tendría sí que habría un campo gravitacional tan intenso que probablemente cualquier cosa que se coloque en esa zona, sería atraído y absorbido por él. Pero los cuerpos que existen ahora, no tienen razón alguna para

llegar a esa zona donde aumentaría enormemente el valor del campo gravitatorio del Sol.

En definitiva:

Si el Sol se convierte en agujero negro y los planetas, y otros cuerpos del Sistema Solar, no cambian su posición, entonces éstos no serán absorbidos por el Sol.

Ah, y un detalle, que quizás no sea menor, un agujero negro, no es un agujero, no es una cavidad, el nombre es una aproximación a un “pozo sin fondo”, un pozo del cuál no puede salir la luz.