

LA TEORÍA DEL TODO

Pero ajustar estas no es suficiente para eliminar todos los infinitos. Por lo tanto, tenemos una teoría que parece predecir que las magnitudes, como la curvatura del espacio-tiempo, son en realidad infinitas, pese a que estas magnitudes pueden observarse y medirse dan valores perfectamente finitos. En un intento de resolver este problema, en 1976 se sugirió una teoría denominada «supergravedad». En realidad, esta teoría era simplemente la relatividad general con algunas partículas adicionales.

En relatividad general puede considerarse que la portadora de la fuerza gravitatoria es una partícula de espín 2 llamada *gravitón*. La idea era añadir algunas otras nuevas partículas de espín  $3/2$ ,  $1/2$  y 0. En cierto sentido, todas estas partículas podrían considerarse como aspectos diferentes de la misma «superpartícula». Las pares virtuales partícula/antipartícula de espín  $1/2$  y  $3/2$  tendrían energía negativa. Esta tendería a cancelar la energía positiva de los pares virtuales de partículas de espín 0, 1 y 2. De esta manera, muchos de los posibles infinitos se cancelarían, pero se sospechaba que podrían seguir quedando algunos. Sin embargo, los cálculos necesarios para descubrir si quedaban infinitos sin cancelar eran tan largos y difíciles que nadie estaba preparado para emprenderlos. Incluso valiéndose de un ordenador, se estimaba que se tendrían al menos cuatro años. Había una probabilidad muy alta de cometer al menos un error, y probablemente uno más. De modo que solo se sabría que se tenía la respuesta correcta si alguien más repetía el cálculo y obtenía la misma respuesta, y eso no parecía muy probable.

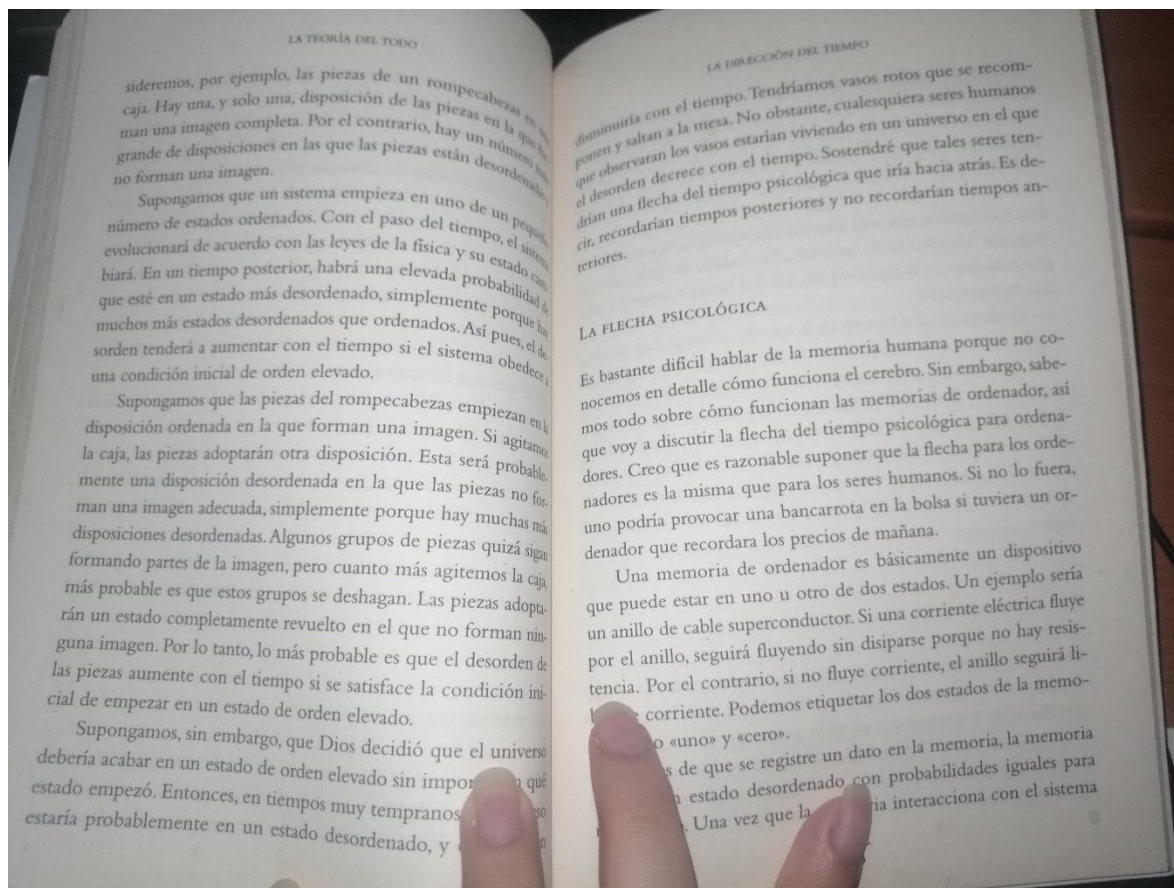
Debido a este problema, hubo un cambio de opinión de lo que se denominan teorías de cuerdas. En estas teorías los objetos básicos no son partículas que

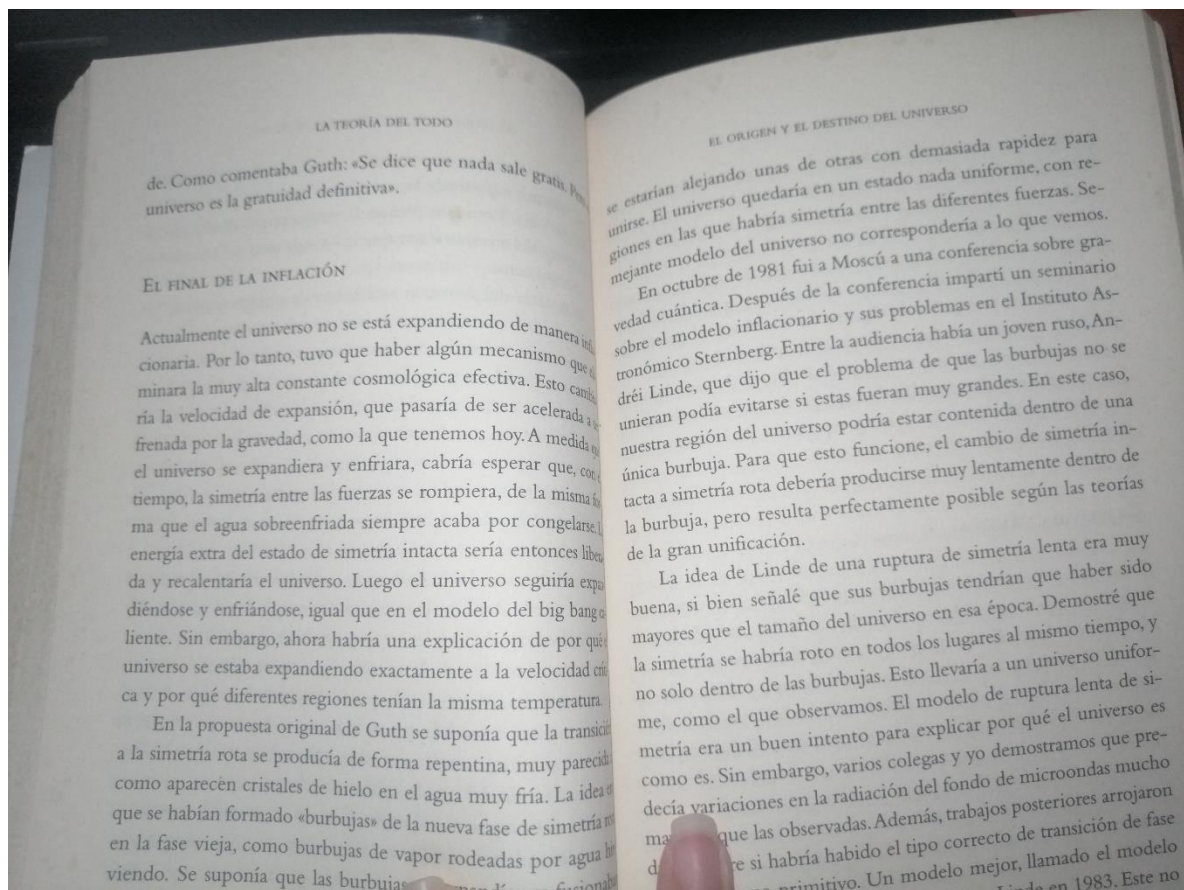
LA TEORÍA DEL TODO

partes. Más bien son cosas que tienen una longitud pero ninguna otra dimensión, como un lazo de cuerda infinitamente fino. Una partícula ocupa un punto del espacio en cada instante de tiempo. Por eso, su historia puede representarse por una línea en el espacio-tiempo llamada la «línea de universo». Una cuerda, por el contrario, ocupa una línea en el espacio-tiempo es una superficie bidimensional llamada la «hoja de universo». Cualquier punto en dicha hoja de universo puede describirse por dos números, uno que especifica el tiempo y el otro que especifica la posición del punto en la cuerda. La hoja de universo de una cuerda es un cilindro o tubo. Una sección transversal del tubo es un círculo que representa la posición de la cuerda en un instante particular.

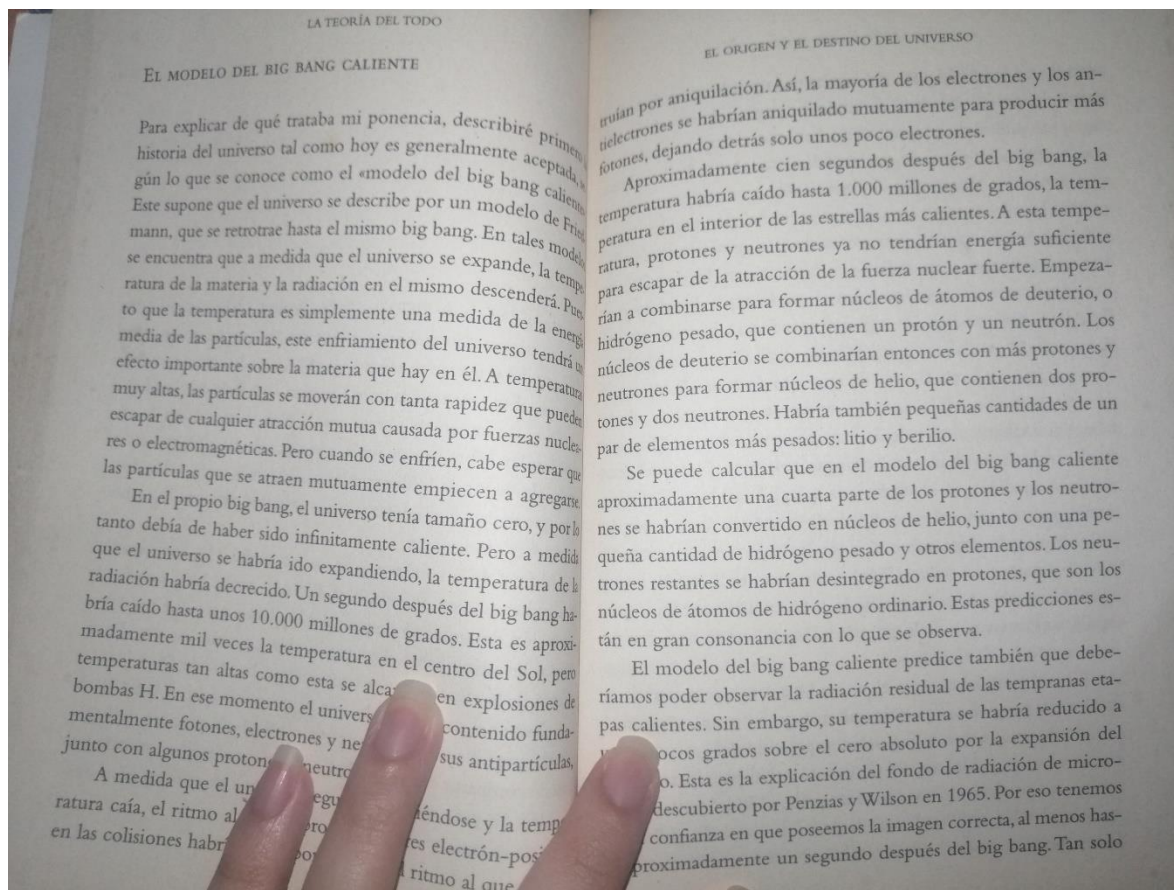
Dos trozos de cuerda pueden unirse para formar una sola cuerda. Es como la unión de las dos perneras en unos pantalones. Análogamente, un único trozo de cuerda puede dividirse en dos cuerdas. En las teorías de cuerdas, lo que previamente se consideraban partículas se imaginan ahora como ondas que viajan a lo largo de la cuerda, como ondas en un tendadero. La emisión o absorción de una partícula por otra corresponde a la división o la unión de cuerdas. Por ejemplo, la fuerza gravitatoria del Sol sobre la Tierra corresponde a un tubo en forma de H. La teoría de cuerdas es un cierto sentido, muy parecida a la fontanería. Las ondas en los tubos verticales de la H corresponden a las partículas en la Tierra, y las ondas en la barra horizontal corresponden a la fuerza gravitatoria que viaja entre ellos.

La fuerza gravitatoria que viaja entre ellos. Originalmente, la teoría de cuerdas tenía una historia curiosa. Originalmente, la teoría de cuerdas fue inventada en la década de 1960 en un intento de describir la fuerza fuerte. La idea

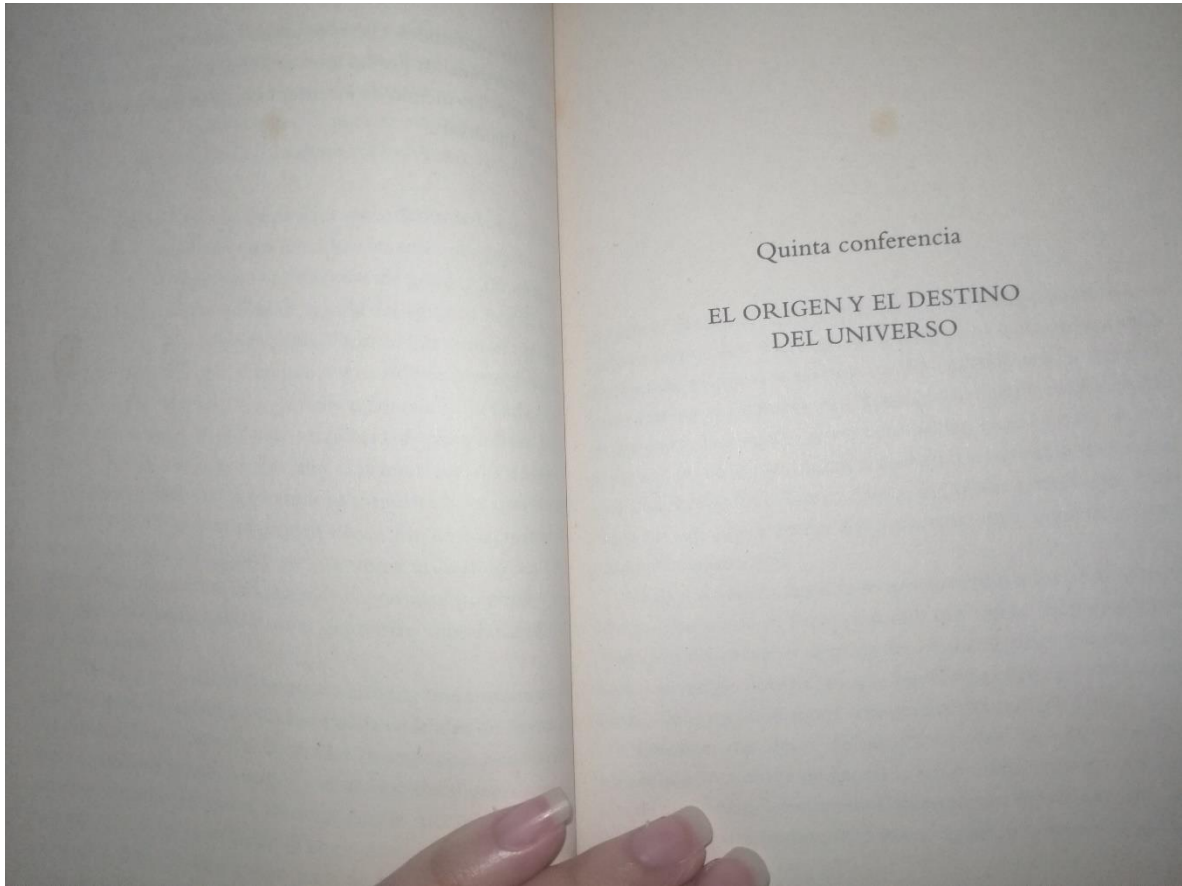








Angie Marchena Mondell - 604650904



# LA TEORÍA DEL TORO

guiese perder masa suficiente, ¿qué sucedería si se añadía más masa a una enana blanca o una estrella de neutrones para llevarla por encima del límite? ¿Colapsaría hasta una densidad infinita?

A Eddington le horrorizaban las consecuencias que se deducían de ello y se negó a aceptar el resultado de Chandrasekhar. Pensó que simplemente no era posible que una estrella llegara a colapsar hasta quedar reducida a un punto. Esta era la opinión de la mayoría de los científicos. El propio Einstein escribió un artículo en el que afirmaba que las estrellas no se contraerían hasta un tamaño nulo. La hostilidad de otros científicos, en especial de Eddington, su antiguo profesor y una autoridad destacada en la estructura de las estrellas, persuadió a Chandrasekhar para abandonar esa línea de trabajo y orientarse hacia otros problemas de astronomía. Sin embargo, cuando se le concedió el premio Nobel en 1983 fue, al menos en parte, por su primer trabajo sobre la masa límite de las estrellas frías.

Chandrasekhar había demostrado que el principio de exclusión no podía detener el colapso de una estrella con una masa superior al límite de Chandrasekhar. Pero el problema de entender lo que le sucedería a tal estrella, según la relatividad general, siguió abierto hasta 1939, cuando fue resuelto por un joven norteamericano, Robert Oppenheimer. Sin embargo, su resultado era que no habría ninguna consecuencia física adicional que se detectara por los telescopios de la época. Entre la Segunda Guerra Mundial y el primer lanzamiento de la bomba atómica, el problema del colapso

## AGUJEROS NEGROS

recavó el interés en los problemas en la gran escala de la astronomía y la cosmología gracias al aumento en el número y el alcance de las observaciones astronómicas que supuso la aplicación de la tecnología moderna. Entonces el trabajo de Oppenheimer fue redescubierto y ampliado por varias personas.

La imagen que tenemos ahora del trabajo de Oppenheimer es la siguiente: el campo gravitatorio de la estrella cambia las trayectorias de los rayos de luz en el espacio-tiempo respecto a las que habrían sido si la estrella no estuviera presente. Los conos de luz, que indican las trayectorias que siguen en el espacio y el tiempo los destellos de luz emitidos desde sus vértices, se curvan ligeramente hacia dentro cerca de la superficie de la estrella. Esto queda de manifiesto en la curvatura de la luz procedente de estrellas lejanas que puede observarse durante un eclipse de Sol. Cuando la estrella se contrae, el campo gravitatorio en su superficie se hace más intenso y los conos de luz se curvan más hacia dentro. Esto hace más difícil que la luz de la estrella escape, y la luz parece más tenue y más roja para un observador distante.

Finalmente, cuando la estrella se ha contraído hasta un cierto radio crítico, el campo gravitatorio en la superficie se hace tan intenso que los conos de luz están tan inclinados hacia dentro que la luz ya no puede escapar. Según la teoría de la relatividad, la luz puede viajar más rápido que la luz. Por lo tanto, la luz puede escapar, ninguna otra cosa puede hacerlo: todo lo que queda es el campo gravitatorio. De este modo, hay un agujero negro, una región del espacio-tiempo, de la que nada puede escapar, una región del espacio-tiempo, de la que nada puede escapar, una región del espacio-tiempo, de la que nada puede escapar.



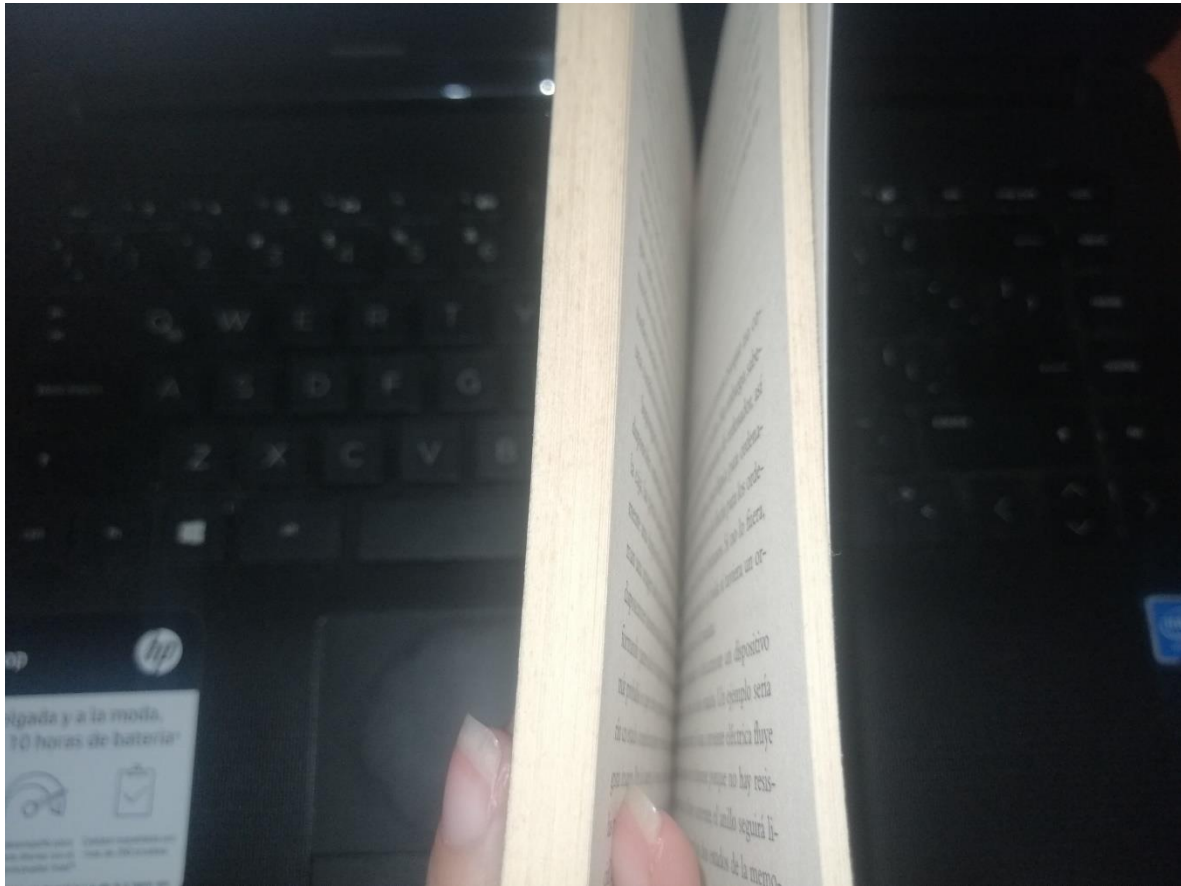
LA TEORÍA DEL TODO

Muchos no estaban de acuerdo con nuestro trabajo, sobre todo los rusos, que seguían la línea establecida por Lifshitz y Jaldnikov, pero también personas que creían que la idea de las singularidades era repugnante y echaba a perder la belleza de la teoría de Einstein. Sin embargo, el teorema matemático no admite discusión, de modo que ahora se acepta en general que el universo debió de tener un comienzo.

Tercera conferencia

AGUJEROS NEGROS

Angie Marchena Mondell - 604650904



Cantidad leída hasta el día de hoy.