

Desnudos, censura y agujeros negros

Alberto **Diez-Tejedor**

La censura es posiblemente una actividad tan antigua como la propia humanidad. La música, el cine, la literatura... cualquier manifestación artística e ideológica desarrollada por el ser humano está o ha estado censurada en algún momento de la historia. Al parecer, el universo no se escapa tampoco de ella.

Durante la primera mitad del siglo XX fuimos testigos de dos revoluciones científicas que cambiaron para siempre nuestra manera de entender el mundo. De un lado, la mecánica cuántica nos enseñó cómo el concepto de partícula es mucho más sutil de lo que nos imaginábamos, y cómo los resultados de las mediciones han de compararse con las predicciones de la teoría de un modo probabilístico. Del otro lado, la teoría general de la relatividad nos mostró cómo el espacio y el tiempo viven entrelazados en un continuo al que nos referimos como espacio-tiempo. La gravedad, la más universal de las interacciones, no es en realidad el resultado de una fuerza, como previamente Newton había interpretado, sino una manifestación de la curvatura del continuo espaciotemporal. Mientras que los efectos cuánticos normalmente se ponen de manifiesto a escalas microscópicas, los efectos relativistas típicamente lo hacen a escalas astrofísicas.

La teoría general de la relatividad está descrita en términos de lo que en matemáticas y física conocemos como unas ecuaciones de campo no lineales.

La no linealidad de estas ecuaciones dificulta su posible resolución, y el propio Einstein pensó que jamás nadie sería capaz de encontrar siquiera una solución exacta a sus ecuaciones (más allá de la que describe a un universo en ausencia de gravedad).

Sin embargo, a finales del año 1915, apenas dos meses después de la publicación del artículo original de Einstein (y cuatro antes de morir), el matemático prusiano Karl Schwarzschild, envuelto en la contienda de la Primera Guerra Mundial, encuentra la primera solución exacta no trivial a las ecuaciones de Einstein: aquella que describe el campo gravitatorio originado por una masa puntual.

Algo que caracteriza a esta solución es la presencia de una singularidad (de hecho, dos, aunque ahora entendemos que una de ellas no es en realidad fundamental).

Una singularidad es un artificio matemático en el que diferentes cantidades físicas se vuelven infinitas, y por tanto carentes de cualquier significado. Einstein siempre pensó que las singularidades no eran en sí reales, y que simplemente las soluciones a sus ecuaciones que presentaran alguna de estas patologías matemáticas deberían de considerarse no físicas, y por tanto descartarse del espectro de soluciones viables a su teoría.

Este pensamiento permeó en la comunidad científica por aproximadamente medio siglo, hasta que a mediados de la década de los años 60, Roger Penrose demostró, a partir de consideraciones bastante naturales, que las singularidades son en realidad una predicción genérica de la teoría de Einstein.

Estas deben de interpretarse no como una característica de las soluciones no físicas, sino más bien como un indicio de que la propia teoría de la relatividad ha de romperse en algún punto: la relatividad general de Einstein, aunque superior a la gravitación universal de Newton, tampoco puede constituir una descripción de la gravedad al nivel más fundamental. Esto no es en realidad ninguna sorpresa: las escalas de distancia a las que se

manifiestan las singularidades son tan diminutas que los efectos cuánticos de la gravedad deberían modificar la teoría de Einstein y evitar que estas lleguen a formarse.

Si fuéramos capaces de estudiar la región del espacio-tiempo en donde se forma una de estas singularidades y analizar de cerca cuál es su comportamiento, la información que obtendríamos nos serviría de guía al momento de inferir cómo la teoría de Einstein ha de reemplazarse por otra más fundamental que opere a las escalas microscópicas de distancia.

Sin embargo, en la teoría de Einstein estas singularidades no aparecen de cualquier modo, sino que lo hacen siempre rodeadas de un horizonte de eventos, una especie de vestimenta que nos cubre la singularidad y nos oculta las vergüenzas de la teoría.

En el contexto de la solución de Schwarzschild, este horizonte representa un punto de no retorno, más allá del cual no podemos ver y al que hoy en día nos referimos como agujero negro.

Y es que, de acuerdo con la Conjetura del Censor Cósmico es imposible ver ninguna singularidad al desnudo. O bien, si alguien se adentrara dentro de un horizonte de eventos para explorar lo que realmente ahí sucede nunca podría regresar para contarnos qué es lo que allí vio, y así orientarnos hacia cómo tendríamos que modificar a la relatividad general con el propósito de alcanzar una teoría superior.

Esto complica sobremanera posibles avances en el área de la gravitación cuántica, y es en parte el causante de que aún no hayamos sido capaces de formular una teoría de la gravedad superior a la de Einstein. Y es que, al parecer, la censura, tampoco es algo exclusivo del ser humano.

Alberto Díez-Tejedor
Departamento de Física
División de Ciencias e Ingenierías
Universidad de Guanajuato, Campus León
alberto.diez@fisica.ugto.mx