



## ASTROFÍSICA

### Stephen Hawking cambia de opinión sobre los agujeros negros

Por Ramón Ordiales Plaza <[ramon@eeza.csic.es](mailto:ramon@eeza.csic.es)>

21 jul 2004 - El cosmólogo más conocido, Stephen Hawking, presentó esta semana su cambio de parecer al respecto de los agujeros negros.

Desde hace un tiempo, las cosas se le estaban complicando a Stephen Hawking y al resto de astrofísicos aficionados a los **agujeros negros**. Dicha complicación venía nada más y nada menos que desde un campo completamente distinto al esperado, el campo de la **Teoría de la Información**.

### Información, caos y física

La información (al estilo computacional) se está utilizando cada vez más en las teorías físicas. Está dejando de ser un elemento abstracto, un concepto matemático hasta llegar a convertirse en un elemento real, concreto, mensurable en variables tan físicas hasta el punto de hablar de cuánto ocupa un bit de información o que energía contiene.

El primer acercamiento al concepto de información como realidad física aparece en la descripción de [Entropía en Termodinámica](#). Cuando decimos que hay más o menos *caos* estamos indirectamente aludiendo a la **cantidad de información** que tiene el sistema. Esa alusión indirecta a que las cosas físicas contienen información poco podría sospecharse de que serían el nexo de unión entre la información vista desde el punto de vista meramente matemático, o cibernético si se prefiere, y el

mundo físico o real.

## Agujeros negros y la destrucción de información

Cuando [Stephen Hawking](#) enunció su teoría, sin darse cuenta estaba aseverando (aunque hablando en términos termodinámicos) de que **toda información que entra en un agujero negro se pierde**. Eso implica la total pérdida y destrucción de la causa-efecto en el interior de un [agujero negro](#).

Hawking decía que los agujeros negros no eran tan negros, pero que como la información se destruía, esa energía *devuelta* no era *efecto* directo de la materia tragada.

## A la búsqueda del bit físico

Otros físicos, sin embargo, pasaron discretamente de las teorías de Hawking al estar más centrados en las características físicas únicas que se dan en el horizonte de sucesos de los agujeros negros y su relación con la información engullida. Físicos como [Jacob D. Bekenstein](#) se preguntaban sobre cual sería la **unidad mínima de materia capaz de contener un bit de información**. Cada vez aparecen dispositivos de memoria más y más densos con más y más información por unidad de volumen: ¿cuál sería su límite? ¿hasta qué densidad se nos estaría permitido almacenar información?.

Jacob se dio cuenta de que existían **dos conceptos de entropía completamente distintos** si se hablaba de información o se hablaba del mundo físico. La entropía de [Claude E. Shannon](#) (informática) y la Termodinámica (física). Nada parecía sugerir que pudieran relacionarse ambos conceptos. ¿Cuál podría ser el nexo de unión entre el mundo de los bits cibernéticos y el mundo real?

## La paradoja de la información

Usando el [horizonte de sucesos](#) como patrón, **los agujeros negros han servido para medir lo que vale un bit de información** en parámetros físicos y se ha llegado a la conclusión de que **los bits son unidades de superficie** y no de volumen, ya que en un agujero negro, todo lo que entra queda *aplastado* contra la esfera del horizonte de sucesos. Dicho cálculo ha sido muy exitoso en términos insospechados, hasta incluso de habla de *universos holográficos* y cosas por el estilo.

Pero si realmente la información depende de la superficie y no del volumen, **entonces la información no se ha destruido en el agujero negro**, simplemente se ha colocado en su posición natural y a medida que entra más información en el agujero, este se hace más grande para que su superficie esférica acoja a esa información extra.

Esa es una perogrullada que ponía en evidencia a Stephen Hawking así que buscó soluciones en su propia teoría para resolver la paradoja. Bastaría corroborar de otra forma la *planicidad* de la información para anular completamente la teoría de Hawking.

## El peso de la autoridad

Resumo el dilema desde un punto de vista externo a Hawking.

**La información es plana** porque se ha calculado cuanto mide la información precisamente en relación a la superficie esférica del horizonte de sucesos de un agujero negro. Pero esto se basa en una **premisa indemostrable**, que **en un agujero negro no se pierde la información**.

Si la premisa es esa, y la acepto, entonces estoy apostando por una nueva teoría física de la información tomando como base un axioma que **contradice los trabajos de un importante físico llamado Hawking**. Si la teoría, aún por demostrar, me resultara válida en la vida real y usable no sólo pondría en aprietos a Hawking sino que además tendríamos **dos visiones del universo incompatibles entre si**.

Pero **la nueva teoría parece sólida** y progresa muy bien aunque el punto de partida es descabellado («los bits son planos»). Así que en cuanto se obtengan otras pruebas de la planicidad de la información la teoría de Hawking quedará en entredicho o al menos restringida.

## Segunda Ley de la Termodinámica Generalizada

La nueva teoría apunta a que **un agujero negro tiene una entropía física proporcional al área de su horizonte** y que cuando la materia ordinaria cae en dicho agujero el aumento de entropía (área) compensa completamente la pérdida de entropía de la materia engullida. Esta teoría, no corroborada, se denomina GSL o **Segunda Ley de la Termodinámica Generalizada**.

Dicha ley ha pasado con éxito diversas pruebas teóricas. Cuando una estrella colapsa contra un agujero negro, la entropía resultante excede a la entropía de la estrella. (Sin embargo la teoría de Hawking predecía un decrecimiento, una violación de la Segunda Ley, un *escape* de la estrella a otra dimensión si así lo preferimos).

## Predicciones de la GSL

Además ahora gracias a la GSL la entropía de un agujero negro se convierte en un **límite superior de la entropía admisible** para cualquier volumen cerrado. Llegado dicho límite de entropía dicho volumen deberá **implosionar en un agujero negro**. Esta es una pieza clave. Como el volumen crece más rápido que la superficie, no podemos apilar indefinidamente elementos de información o llegará el colapso. A partir de ahora, los bits informáticos tienen límite, medible con variables físicas en términos de Áreas de Plank.

Y éste es solo el primer avance teórico obtenido con la GSL. Otros más audaces están en camino. Con esas premisas era necesario que Hawking revisara su teoría. Ahora parece que Hawking desvelará los mecanismos por los que la entropía se conserva y quién sabe que otros resultados saldrán de sus fórmulas replanteadas. La cuestión es no perder el tren.

## Más información

- [Observada energía escapando de un agujero negro](#), Ciencia@NASA.

*Ramón Ordiales es ingeniero del Departamento de Electrónica, Automática y Ordenadores de la Estación Experimental de Zonas Áridas, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)*