





## LA OSCURIDAD DE LA NOCHE Y EL ORIGEN DEL UNIVERSO

José Edelstein

**P**ronunció la palabra en soledad. Nadie podía oírlo. La agitación que, dicen, acompaña a una epifanía embotó sus sentidos por completo. No hay otra explicación para lo que hizo a continuación: salió empapado del baño, apenas se cubrió con una toalla y corrió por las calles de Siracusa gritando a los cuatro vientos su extraordinario hallazgo. Arquímedes no podía imaginar que ese grito, *eureka*, se convertiría en una interjección universal que atravesaría la geografía y la historia con la constancia de lo universal y eterno. Alcanzar el utópico instante en el que pudiera ser pronunciada pasó a ser la gran quimera de toda clase de exploradores: científicos, artistas y aventureros. Quizá se haya convertido también en la contraseña que franquea el paso a través de los vasos comunicantes que irrigan el cuerpo de la cultura.

No es una sorpresa que Edgar Allan Poe eligiera esta palabra para titular el libro en el que habría de sintetizar los hallazgos de su vida: *Eureka, un poema en prosa*, una obra oscura e inclasificable que en Estados Unidos no pasó de los quinientos ejemplares en su primera edición pero en Europa encontró la resonancia derivada de su traducción a manos de Baudelaire. Sus páginas, tan caóticas como cautivantes, presentan una suerte de cosmogonía personal. "Cuando Poe se centra en sus propias construcciones pierde todo el sentido crítico [...] y su presentación muestra una sorprendente similitud con las cartas

◀ Akira Fujii, imagen de Sirio, 2007

delirantes que recibo cada día”, escribió Einstein. Sin embargo, como él mismo reconoció, en aquellas partes en las que Poe arroja su mirada sobre conocimientos científicos de la época, el libro resulta ingenioso y extraordinariamente revelador. El mejor ejemplo de ello, el misterio de la oscuridad de la noche.

### ¿POR QUÉ LA NOCHE ES OSCURA?

Cuando contemplamos el cielo nocturno se nos presenta un gran telón negro de fondo, un manchón lácteo alargado que, hoy sabemos, no es otra cosa que el plano de la galaxia en la que vivimos, y un salpicado de puntos brillantes, las estrellas, objeto de fascinación para todas las civilizaciones que nos precedieron. A fin de cartografiar el cielo nocturno, desde hace más de cuatro mil años se establecieron las constelaciones, agrupaciones de estrellas que parecen completar la forma de algún animal y que permiten trocear el cielo, emparcharlo. Babilonios, sumerios, egipcios, griegos y mayas, entre muchos otros pueblos, constataron a lo largo de los siglos que las cerca de dos mil estrellas que podían ver con el ojo desnudo permanecían inmóviles. Algunos puntos luminosos se movían y recibieron el nombre de *planetas*, estrellas errantes, y como nada se mueve sin voluntad concluyeron que debían tenerla; por ello les atribuyeron carácter divino. La convicción de estar viviendo en un universo estático, a excepción de un puñado de astros, constituyó una ilusión persistente.

La irrupción en escena de Galileo y su invención del telescopio permitió descubrir que el número de estrellas era bastante mayor. Y el establecimiento de la Ley de la Gravitación Universal y de las leyes del movimiento por parte de Isaac Newton impusieron un orden

aparentemente definitivo en el oscuro lienzo nocturno. El movimiento de los planetas y la regularidad de los eclipses, estudiados por Tycho Brahe y Johannes Kepler, fue finalmente domesticado por Newton. Ironías del destino, cuando el movimiento dejó de ser un misterio pasó a serlo la quietud: ¿por qué no se movían las estrellas?

La Gravitación Universal estipula que todas las masas se atraen. ¿Cómo es posible, con esa premisa, que el Cosmos esté quieto? Todas las estrellas deberían estar en caída libre, atraídas entre sí, tendiendo a acabar apiñadas en el centro del Universo. Richard Bentley fue quien identificó este problema y junto a Newton concluyeron que había una sola solución posible: que no hubiera centro. Dicho de otro modo, que el Universo fuera infinito y cada estrella permaneciera en equilibrio jaloneada gravitacionalmente por igual desde todos lados. Un universo estático debía ser infinito... ¡y eterno!: se antoja imposible crear un espacio ilimitado con infinitas estrellas en tan delicado equilibrio mediante un sencillo pase mágico. Para otros, en cambio, ésta era la evidencia de un Creador omnipresente que no desatendió ni el más insignificante rincón de su obra infinita para alcanzar el equilibrio cósmico. Kant, por ejemplo, veía absurdo que un ser todopoderoso se contuviera al punto de crear un vulgar universo finito.

Edmund Halley fue el primero en observar que la quietud estelar era sólo una apariencia. Comparando la posición de Sirio, el punto luminoso más brillante del firmamento, con la indicada en el *Almagesto* de Ptolomeo, constató un desplazamiento equivalente al tamaño de la Luna. A pesar de ello, se siguió hablando de estrellas fijas dando por supuesto que su velocidad era muy pequeña,

como si el equilibrio universal imaginado por Bentley y Newton fuera aproximado pero no riguroso. Halley apuntó con gran ingenio, en 1720, que “si el número de estrellas fijas fuera infinito, la totalidad de la esfera celeste debería ser luminosa”. La razón es simple: en cualquier dirección en la que miremos habrá, más tarde o más temprano, una estrella. Así, cada pixel del cielo nocturno debería contener el brillo de una, con una intensidad menor cuanto más lejana, pero todos los puntos habrían de ser luminosos. En una noche cualquiera podemos constatar que esto no ocurre.

El 7 de mayo de 1823 el astrónomo alemán Wilhelm Olbers envió a publicar el artículo “Sobre la transparencia del espacio exterior” en el que rescató del olvido el enunciado de Halley. A partir de entonces se conoce como *Paradoja de Olbers* al sencillo y sorprendente interrogante: ¿por qué la noche es oscura?

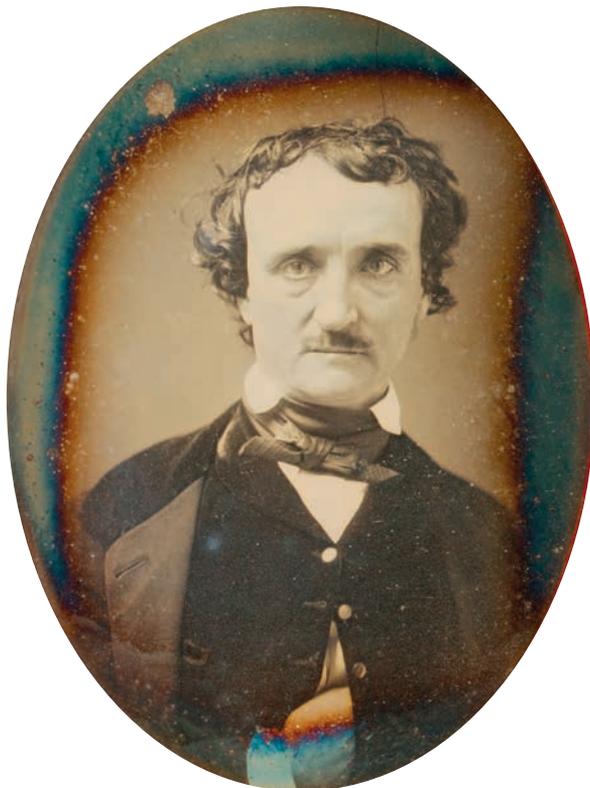
## ¡EUREKA!

En su inclasificable prosa poética, Poe presentó en 1848 esta paradoja con singular elegancia:

Si la sucesión de estrellas fuera ilimitada, el fondo del cielo presentaría una luminosidad uniforme como la que muestra nuestra galaxia ya que no podría haber absolutamente ningún punto hacia el que pudiéramos mirar en el que no existiera una estrella.

Pero lo más sorprendente es lo que escribió a continuación:

La única manera, por lo tanto, en la cual podríamos comprender los espacios vacíos que nuestros telescopios encuentran en innumerables direcciones sería suponer que la distancia a ese



Daguerrotipo de Edgar Allan Poe, 1849

fondo invisible de estrellas es tan inmensa que ningún rayo proveniente de allí nos ha alcanzado aún.

En el *aún* está la clave, el hallazgo que justifica por sí solo el título de su libro: Poe nos sugiere que las estrellas no brillaron siempre. Quizá la noche es oscura porque el Universo no es lo suficientemente viejo.

En su ensayo sobre el universo material y espiritual, Poe anuncia desde el prefacio que sólo hablará de verdades en la medida en que éstas entrañen belleza. Así, se plantea el origen de la materia en el Universo de un modo sorprendente: “La unidad es todo lo que predico sobre la materia originalmente creada [...], la materia en su extremo de simplicidad, una partícula absolutamente única, individual e indivisa”. Tras algunas disquisiciones exóticas retoma:

## Si el Universo tuvo un origen, ¿dónde ocurrió? Esta pregunta presupone la existencia de un escenario previo en el que éste se desplegó de algún modo.

La razón de ser de esta partícula primordial [...] es la constitución del Universo. [...] La suposición de unidad absoluta de la partícula primordial incluye la de la divisibilidad infinita. [...] De esta partícula, en el centro, supongamos que son irradiadas esféricamente en todas las direcciones [...] cierto número inexpressablemente grande de diminutos átomos.

Ninguna de las explicaciones que brinda Poe es estrictamente correcta. Sin embargo, asombra el hecho de que la intuición poética le haya permitido pergeñar ideas extraordinariamente sugerentes, muy parecidas a las proposiciones cosmológicas modernas. Quizá, de alguna manera, verdad y belleza estén emparentadas. Acaso sean lo mismo. En cualquier caso, ni la Paradoja de Olbers ni la solución propuesta por Poe tuvieron eco en la comunidad científica hasta más de un siglo después. Nadie más tendría la audacia de preguntarse por el origen del Universo hasta entonces.

### EL NACIMIENTO DE LOS SITIOS Y LOS INSTANTES

Si el Universo tuvo un origen, ¿dónde ocurrió? Esta pregunta presupone la existencia de un escenario previo en el que éste se desplegó de algún modo. El 25 de noviembre de 1915, en uno de los momentos estelares de la historia de la cultura, Albert Einstein presentó la Teoría de la Relatividad General. Según ella, el escenario en el que acontecen los eventos

es un tejido llamado *espacio-tiempo*, de naturaleza física, que puede curvarse por la presencia de objetos masivos como las estrellas y cuya curvatura ofrece una red de surcos invisibles por los que discurren las órbitas. El Universo, así, no se desplegaría sobre el espacio-tiempo sino que sería él mismo espacio-tiempo; su nacimiento no tendría lugar en un sitio e instante: sería el parto de todos los sitios e instantes.

Einstein pensaba que no podía haber espacio-tiempo allí donde no hubiera materia. Al mismo tiempo, le resultaba impensable la idea de una frontera que demarcara el final: ¿qué habría del otro lado? Por ello concibió en 1917 un universo estático y compacto como una superficie esférica; es decir, finito y sin frontera. En él, la Paradoja de Olbers no tendría lugar. Sin embargo, como si se tratara de un potro salvaje, el espacio-tiempo, fatalmente propenso a expandirse o contraerse, resultaba difícil de domar con las leyes de la Relatividad General. El primero en descubrirlo fue Alexander Friedmann.

En paralelo, numerosos astrónomos como Vesto Slipher acumulaban evidencias de un fenómeno clave: la luz emitida por las nebulosas —aglutinaciones masivas de estrellas—, al ser descompuesta a través de un prisma, revelaba una constitución mayoritariamente de hidrógeno y helio, pero con todos sus colores desplazados hacia el rojo. Si en lugar de luz se tratara de música, es como si escucháramos una pieza conocida pero con todas las notas desafinadas hacia los graves. Esto es lo que ocurre si la orquesta que la interpreta se aleja de nosotros a gran velocidad. Los datos, no obstante, eran confusos cuando se analizaban estrellas individuales: Sirio, por ejemplo, se acerca a la



Imagen de la Vía Láctea tomada desde el Observatorio Paranal en el Desierto de Atacama, Chile, 2013.  
© John Colosimo / ESO

Tierra a una velocidad de casi veinte mil kilómetros por hora.

En 1925 tuvo lugar un descubrimiento fundamental: Edwin Hubble calculó la distancia a algunas nebulosas descubriendo que éstas no pertenecían a la Vía Láctea. Eran, sencillamente, otras galaxias. Así descubrimos que las estrellas no están homogéneamente distribuidas como pensaban Bentley y Newton, sino que se acumulan en cardúmenes alejados unos de otros y en movimiento relativo. Hubble estudió entonces el corrimiento al rojo de la luz de las galaxias y observó una sencilla ley: cuanto más lejanas, más rápido se alejan de nosotros. La más distante observada por Hubble se alejaba a casi ¡siete millones de kilómetros por hora! El sacerdote católico y físico Georges Lemaître había llegado a la misma conclusión manipulando las ecuaciones de la Relatividad General y observando que las razones de este alejamiento no eran otras que la propia expansión del espacio-tiempo que ya había encontrado Friedmann. Lemaître perpetró una audacia mayor: dedujo que si vemos el Universo en expansión, en el pasado tuvo que haber sido más pequeño. Dado que no conocemos ninguna fuerza que pueda ser

la responsable de esta expansión, ésta debió originarse con el propio espacio-tiempo: ¡el Universo nació expandiéndose!

## EL FULGOR CIEGO

Cualquier contenido material se enfría al expandirse. Así, en un hipotético viaje hacia el pasado, el Universo sería cada vez más pequeño y más caliente. Lemaître llamó *átomo primigenio* a aquel reducto liliputiense de materia que con la hinchazón del espacio-tiempo devino en nuestro Universo. ¡Una idea que recuerda tanto a la cosmogonía de Poe! Basada, eso sí, en la Relatividad General, aunque Einstein llegara a decirle en alguna ocasión: "Sus cálculos son correctos pero su física es abominable". George Gamow, en cambio, encontró fascinante la idea de Lemaître de que en el Universo primigenio pudieran haberse alcanzado tan altas temperaturas que explicarían la propia formación de los núcleos atómicos a partir de sus constituyentes. Gamow, por así decirlo, no se interesó tanto en el relato del espacio-tiempo sino en el de la materia que lo puebla. Sin embargo, sus disquisiciones también son relevantes para el tema que nos ocupa.

Si levantamos la vista una noche y observamos a Sirio, estaremos viendo realmente cómo era esta estrella (doble) hace más de ocho años y medio. Esto es así porque la luz tarda ese tiempo en recorrer la distancia que nos separa de ella. Cuanto más lejano un cuerpo celeste, más antigua será su luz. En el lienzo nocturno, así, observamos el pasado mirando lejos. Si el espacio-tiempo tuvo un origen y, como nos dice Gamow, las temperaturas que experimentaban la materia y la luz en un inicio eran escandalosamente altas, ¿no deberíamos ver en el fondo de la noche el fulgor de ese ardiente pasado?

Las enormes temperaturas no son otra cosa que desenfundada agitación de los componentes básicos de la materia: atravesar ese caldo infernal es imposible. La luz del Universo primigenio no pudo llegar hasta nosotros. Cuando el enfriamiento resultante de la expansión permitió que los protones capturaran electrones circundantes para formar átomos de hidrógeno neutros, ahí sí, la luz pudo escapar. La temperatura era de tres mil grados sobre el cero absoluto. Un cuerpo a esa temperatura emite una luz parecida a la del Sol, aunque más rojiza. ¿Por qué, entonces, no vemos el cielo nocturno iluminado con ese tinte?

En su largo viaje hasta nuestros ojos desde los confines del Cosmos la luz se ha ido enfriando. La expansión del Universo estira también las ondas de luz, produciendo un efecto análogo al de la orquesta que se aleja de nosotros. En 1948, Ralph Alpher y Robert Herman, colaboradores de Gamow, hicieron el primer cálculo de la temperatura aparente con la que debería detectarse hoy el fulgor primigenio, obteniendo cinco grados sobre el cero absoluto. La emisión de un cuerpo a tan baja

temperatura está en la región del espectro a la que llamamos microondas, esa luz invisible con la que calentamos nuestros alimentos. ¡Eureka! ¡Por eso nuestros ojos perciben un manto negro de noche! No están preparados para ver luz con una longitud de onda tan larga.

El epílogo de esta historia roza lo inverosímil. Estando tan cerca de comprobar lo que —en 1949— el eminente físico de Cambridge, Fred Hoyle, denominó burlonamente *Teoría del Big Bang*, Gamow decidió dedicarse a investigar las propiedades de la recién descubierta molécula de ADN mientras que Alpher y Herman se fueron a la industria. Durante más de una década una teoría alternativa propuesta por Hoyle dominó la escena académica hasta que Arno Penzias y Robert Wilson encontraron en 1965, sin buscarla, una señal de microondas proveniente de todas las direcciones del cielo, en perfecta correspondencia con la emisión que produciría un cuerpo que estuviera a poco menos de tres grados sobre el cero absoluto. ¡Habían observado la imagen más antigua posible del Universo!

El último medio siglo nos ha permitido estudiar en minucioso detalle esta imagen de infancia, que tuvo lugar hace casi trece mil ochocientos millones de años, admirando cada detalle del retrato que se proyecta sobre el fondo del cielo nocturno. Como quien reconoce en una foto infantil los rasgos de un adulto, encontramos allí una explicación para entender por qué la materia se concentró en galaxias en lugar de dispersarse desordenadamente en el Cosmos. En el impactante telón de una noche oscura y salpicada de estrellas, secreta y generosamente, el Universo nos ofrece su retrato de infancia, invisible a nuestros ojos imperfectos. **U**