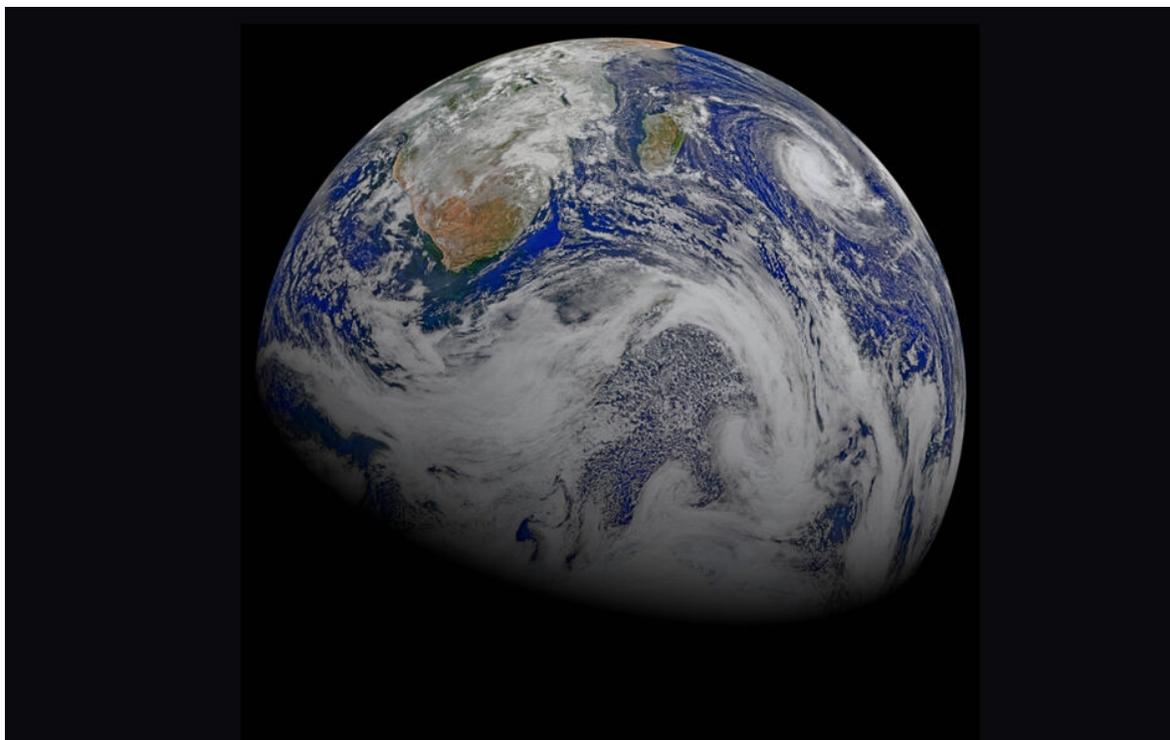


pantopía nº 75
en el límite del universo y
de nuestros
conocimientos: la foto de
nuestro agujero negro

tercera semana de octubre de 2023

philosophie
magazine



Entrevista

¿Por qué nos fascina el lejan(ísimo) futuro de la Tierra? Entrevista con Étienne Klein

[Étienne Klein](#), realizada por Charles Perragin, publicada el 13 de octubre de 2023

Contemplar nuestro planeta dentro de 250 millones de años, como nos invita a hacerlo [este artículo de la revista Nature](#), suscita en muchos una gran fascinación. Para **Étienne Klein**, viajero por los dos mundos de la filosofía y de la física, la contemplación de lo lejano devela el rostro de un mundo tan preciso como indiferente a la historia humana.

¿Por qué nos fascina más la Tierra en 250 millones de años que el mundo en cien años?

Étienne Klein: Porque el futuro próximo es paradójicamente más incierto que el futuro lejano. Vea no más las predicciones de los científicos para el siglo XXI a propósito del clima, de la biodiversidad, de la polución de los suelos, del aire y de los océanos; se elaboran como si fueran diversos escenarios, todos inquietantes. Si nuestro porvenir en los próximos decenios permanece en parte indeterminado, es precisamente porque lo que va a suceder dependerá en parte de lo que vamos a hacer y que todavía lo ignoramos. Esta incertidumbre nos conduce a adoptar todo un abanico de actitudes, que yo observo en mis estudiantes ingenieros. Algunos se acurrucan, tetanizados por el espectro de la catástrofe a fuerza de escuchar sombrías predicciones. Otros se suman a asociaciones y militan porque se invierta la tendencia, o bien se meten en empresas *high tech* porque creen que la solución pasa por la innovación a todo galope.

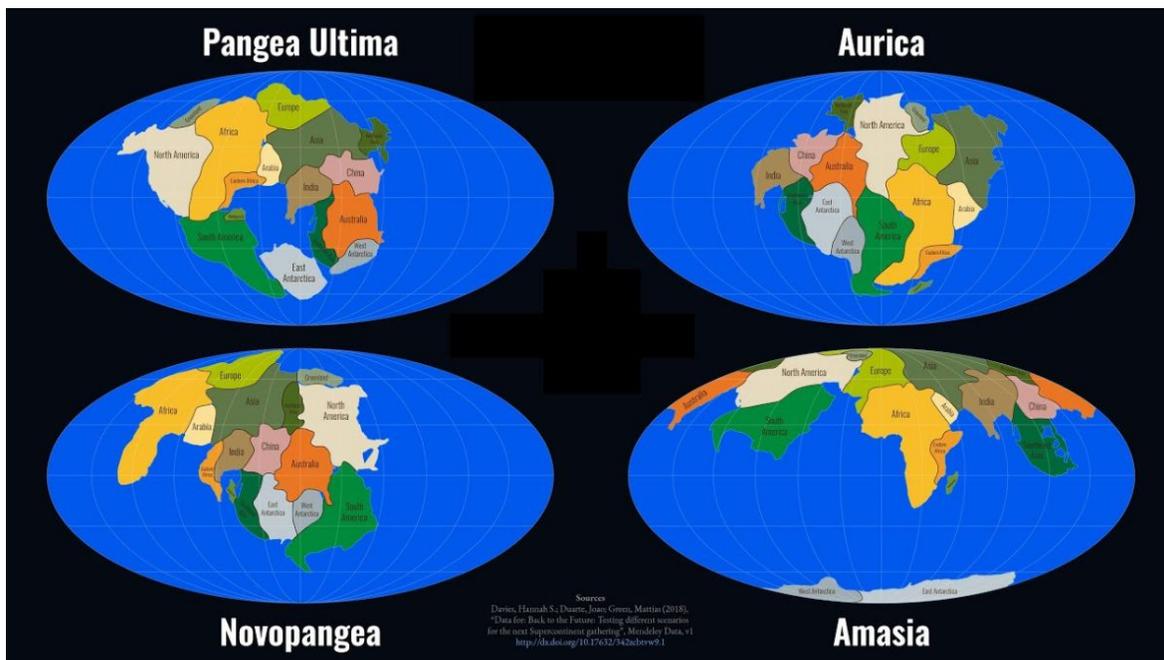
Al menos, la representación de la “Pangea última”, esa reunificación final de todos los continentes que se piensa ocurrirá en el lejano porvenir, pone a todo el mundo al menos de acuerdo...

Sí, pues ese lejanísimo futuro de la Tierra sin duda que no depende de nuestras acciones presentes o futuras, lo que permite dibujarlo apoyándonos solamente en el determinismo de las leyes físicas. En suma, ese supercontinente del futuro, es la abrasión de la política, aplastada a término por la física. En el resumen de los artículos de investigaciones de [la revista Nature](#), la actividad humana no juega ningún papel. Ya no hace pues parte de la ecuación. Contaran muchísimo más el aumento de la actividad del sol o el efecto invernadero producido por el gas que genera la actividad volcánica ligada a los acercamientos de los continentes. Este artículo pone finalmente en escena la historicidad intrínseca de la Tierra, que comenzó mucho antes de nuestra aparición y que se prolongará después de nosotros. La fascinación quizás viene

de acá. Esto me recuerda una broma que [Hubert Reeves](#) cuenta a menudo. Dos planetas discuten, y el uno le dice al otro: «*No me siento muy bien... Atrapé una humanidad*». Y el otro le responde: «*No te preocupes, jeso va a pasar!*» Desde hace algunas décadas sabemos que podemos modificar el entorno, para bien o para mal, pero esta capacidad es en realidad provisional.

¿No seremos sensibles al aspecto profético de este relato científico?

Ciertamente esto remite a una interpretación de la [teoría de la relatividad](#) de **Einstein**, la que llamamos la «[doctrina del Universo-bloque](#)». En esta lectura, el espacio-tiempo donde se desenvuelven los acontecimientos tiene el mismo estatus que el espacio: mientras que estoy en Saclay, París sigue existiendo en este momento. Todos esos lugares en suma tienen la misma realidad. Lo que a mis ojos los distingue es mi presencia en el seno del espacio: me encuentro en Saclay y no en otra parte. Según la doctrina del Universo-bloque, los acontecimientos pasados o futuros existen en el espacio-tiempo de la misma manera que las ciudades en el seno del espacio; es cierto que están en otra parte distinta a donde nosotros estamos presentes, pero ellos aún permanecen o ya están bien determinados. En este marco, el futuro está ya configurado, simplemente nos está esperando a que lleguemos. Es preciso entonces imaginar que el supercontinente está ya instalado en el espacio-tiempo, ¡a 250 millones de años de nosotros!



De manera paralela a nuestra fascinación casi escatológica del futuro lejano, ¿no hay también un temor por el futuro próximo?

Un temor sí, pues mañana está como dejado en barbecho intelectual. Cuando era adolescente (en los años 1970), mi hermano y yo recibíamos todo tipo de

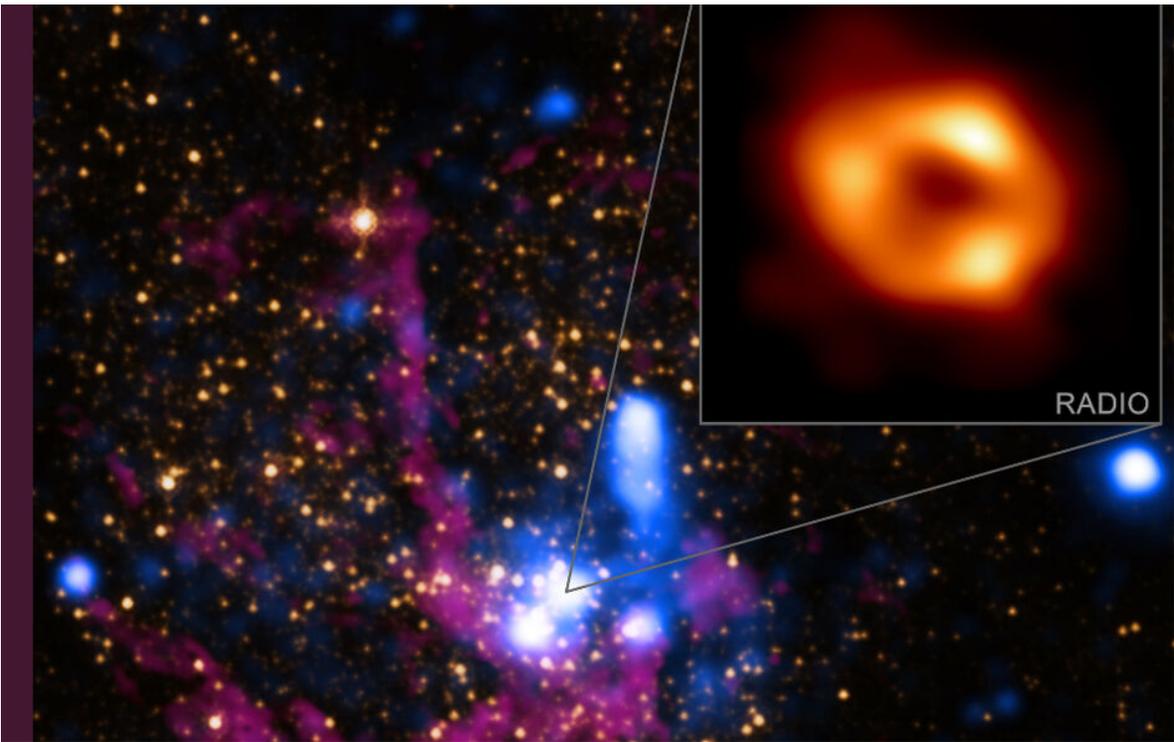
revistas que hablaban del año 2000, que explicaban cómo se viajaría entonces, nos divertiríamos, trabajaríamos, nos comunicaríamos. Cada uno de nosotros podíamos trazar un camino individual entre su presente y un futuro configurado por adelantado de manera muy atractiva. Llegué a tener compañeros ¡que estaban apresurados en envejecer! En noviembre de 2018, un sondeo de la [fundación Bertelsmann](#) mostraba que solo el 16% de los jóvenes europeos querían vivir en el futuro... Es verdad que hoy nadie está afanado por vivir en el 2050. En la actualidad somos incapaces de fabricar un horizonte proyectivo que tenga el mismo estatus que tuvo en aquel entonces el año 2000.

¿Será que hay más jóvenes que querrían saltarse los 250 millones de años?

No se puede decir que aquella Tierra futura atraiga más todavía. Con un 8% de tierras habitables, casi no habrá más mamíferos adaptados al entorno que será el suyo. Para hablar como [Keynes](#), «*a largo plazo todos estaremos muertos*».

La aglomeración final de los continentes podría también hacernos relativizar todas estas guerras ligadas a fronteras con frecuencia consideradas como inamovibles.

Es verdad, y créame que cuando vi el mapa que publicó *Nature*, me chocó sobre todo ver esos continente aglomerados, y especialmente esa disolución de Europa. Recuerdo que el ensayista [David Cosandey](#) mostró hace algunos años, con su tesis de la «*talasografía articulada*», que Europa es muy particular desde el punto de vista geográfico; ella está constituida esencialmente de territorios separados por brazos de mar, mientras que los otros continentes parecen más grandes monobloques. Para Cosandey, esta configuración favoreció la coexistencia de Estados relativamente estables que nunca han dejado de interactuar por medio del comercio, de las confrontaciones de ideas, y a veces de guerras. Según él, fue esta topografía particular la que en parte contribuyó al nacimiento de la ciencia moderna. Si él tiene razón, entonces el supercontinente que nos espera no deberá estar entonces muy abierto a los debates contradictorios...



Entrevista

Étienne Klein: “Nunca imaginé que un día íbamos a ver la imagen de ese agujero negro”

[Étienne Klein](#), conversación tenida con Charles Perragin y publicada el 23 de mayo de 2022

Para el autor de *L'Esprit du corps* (Robert Laffont, 2021), [la foto](#) del agujero negro instalado en el centro de nuestra galaxia es tanto más perturbador cuanto que revela un objeto que originalmente sólo era una especulación matemática, en el que el propio Einstein no se atrevía a creer.

Luego de la observación del agujero negro de la galaxia [galaxie M87](#) en 2019, hemos terminado por obtener una fotografía de Sagittarius A*, el hoyo negro supermasivo situado en el centro de nuestra galaxia, la Vía láctea. ¿Qué nos aporta esto?

Étienne Klein: *Stricto sensu* no podemos hablar de «fotografía» del hueco negro, pues un hueco negro se considera que no emite fotones; o al menos los que emite son regresados a su seno por la inmensa curvatura del [espacio-tiempo](#) que reina en su vecindario, de suerte que él aparece negro en la imagen. Lo que vemos es una imagen de la materia de los alrededores que va a ser absorbida por el agujero negro y que, irradia; gira en torno a él a una velocidad próxima de la de la luz, se calienta y emite una luz que captamos en la forma de ondas de radio. Nunca pensé que fuéramos a ver esto algún día. En 2019, el hoyo negro de M87 que habíamos captado era muchísimo más grande, pero también mucho más lejano, aunque la apariencia angular era más o menos la misma que para Sagittarius A*. En los dos casos, esto equivale a observar desde la Tierra una naranja que estuviera colocada en la superficie de la Luna. La diferencia consiste en que nuestro agujero negro está en el centro de nuestra galaxia, la Vía láctea, y que entre él y nosotros hay todo tipo de polvos y de gases que se interponen, de suerte que es imperativo limpiar la señal de todas las influencias que pueda sufrir en su trayecto. Es por esto que el trabajo de los investigadores ha sido notable. Además, como ningún telescopio en el mundo tiene la [resolución angular](#) exigida para captar la imagen de un tal objeto, ellos tuvieron que hacer lo que se llama la [interferometría](#), con muchos radiotelescopios repartidos en cuatro de los cinco continentes. Esto les ha permitido crear una especie de super-telescopio cuyo espejo tendría el diámetro de la Tierra... Pero para hacer esto, se ha requerido permanentemente medir las distancias de posiciones entre las antenas en una aproximación al milímetro, sabiendo que las placas terrestres se mueven y que uno de los observatorios estaba situado en la Antártida, en un casquete glacial que se desliza permanentemente. La proeza de esta imagen de Sagittarius A*, está pues sobre todo en el análisis ultrafino de una cantidad colosal de datos...

Resultado: nuestro hueco tiene [la misma cabeza que el que reina en medio de M87](#), el develado en 2019.

Y esta es una confirmación más de las ecuaciones de **Einstein** que prevén que agujeros negros de tamaños muy diferentes funcionan de la misma manera. Es algo más bien tranquilizador, incluso si el suspenso en esta materia era bastante soportable... Nuevos datos han sido recogidos hace poco y van a ser analizados con mucha más precisión aún. No estoy hablando acá de lo borrosa que puede estar la imagen, de la que se ha hablado mucho: en este caso se trata de un difuminado puramente «cinético», ligado a la dinámica misma de la materia fotografiada. Dado que los tiempos de exposición son bastante largos, la materia que está girando a gran velocidad en torno al agujero negro tiene el tiempo de cambiar de apariencia, lo que emborrona su imagen. En suma, en los años venideros, dispondremos de pruebas aún más estrictas de la validez de la teoría de Einstein. La ironía de la historia está en que él mismo le tenía una especie de aversión a los hoyos negros. En 1939, en un artículo aparecido en la revista norteamericana [Annals of Mathematics](#), explicó, tomando el ejemplo muy artificial de un agujero negro estático que tenía el defecto de conducir a una rebasamiento de la velocidad de la luz para las partículas situadas en su exterior, que ellos [dichas *singularidades*] «no podían existir en la realidad física». Imaginemos que Einstein se levante de su tumba. ¿Cuál sería su reacción al descubrir que, un objeto cuya posibilidad de existencia él había negado, no solo existía sino que además se comporta como su propia teoría permite predecirlo?

Las imágenes de estos dos huecos negros no hacen mas que revelar directamente lo que hasta el presente sólo era un objeto de especulación matemática. Y esto remite a la vieja hipótesis de la [mathesis universalis](#): el estrato más auténtico del mundo es matemático, y las observaciones sirven sobre todo para confirmar los cálculos de la razón.

Galileo escribió que las matemáticas son el lenguaje de la naturaleza. Poco importa que él pensara sobre todo en la geometría, cuando luego fueron sobre todo las [ecuaciones diferenciales](#) las que permitieron la formalización de las leyes físicas. Lo impresionante de las matemáticas que utilizan los físicos es que actúan como un verdadero «cabrestante ontológico», en el sentido en que se pasan enriqueciendo el mobiliario del universo desde hace dos siglos. Ellas permiten en efecto predecir la existencia de objetos o de entidades que nunca hemos visto pero cuya presencia se había vuelto necesaria por la coherencia de las teorías, claro está que con la condición de que estas fueran exactas. Fue así como se pudieron enfrentar, mucho antes de ser finalmente detectados al cabo de un tiempo más o menos largo, las [antipartículas](#), los bosones intermediarios, el [boson de Higgs](#), los agujeros negros... Si no hubiéramos tenido las ecuaciones que implican su existencia, sin duda que nunca nos habríamos dado cuenta de su presencia en el seno de lo real. Y es esto lo fascinante.

En la actualidad, algunos dicen que con el *big data* y buenos algoritmos, pronto ya no tendremos necesidad de teorizar, ni de enunciar hipótesis que tengan que ir más allá de los datos disponibles. Lo real se develaría más por los números que nos entrega y que podremos analizar.

Yo lo dudo mucho. Consideremos precisamente el caso ejemplar de Einstein. En 1915, publica la [teoría de la relatividad general](#), cuando apenas si se tenían poquísimos datos sobre el universo; se ignoraba, por ejemplo, que existiera otras galaxias distintas a la nuestra, no se sabía por qué brillaban las estrellas, ni que el universo estaba en expansión, etc. Pero las ecuaciones de Einstein, por una parte se han acomodado perfectamente a la cantidad gigantesca de datos recogidos desde hace un siglo por telescopios y satélites, y por otra parte han permitido fundamentar una verdadera cosmología científica, capaz de enfrentar al universo como un objeto físico, dotado de propiedades que lo caracterizan «en tanto que él mismo». Incluso permitieron predecir la existencia de las [ondas gravitacionales](#) un siglo antes de su primera detección, en septiembre de 2015, lo que demuestra que una teoría bien puede ser capaz de hacer aparecer nuevos elementos de realidad. En otros términos, la teoría «dice» más que los datos en este caso, especialmente porque ella explicita leyes que los datos nunca ilustran sino de manera parcial. Vamos a imaginar que las cosas hubieran ocurrido a la inversa, es decir que hubiéramos empezado con todos los datos de que disponemos hoy, pero sin tener a nuestra disposición la teoría de la relatividad generalizada. Por una especie de inferencia que permitiera pasar de los datos a las leyes, ¿hubiéramos podido descubrir las ecuaciones de Einstein? Hasta que no se lo pruebe, no hay que estar seguros de haberlo hecho.

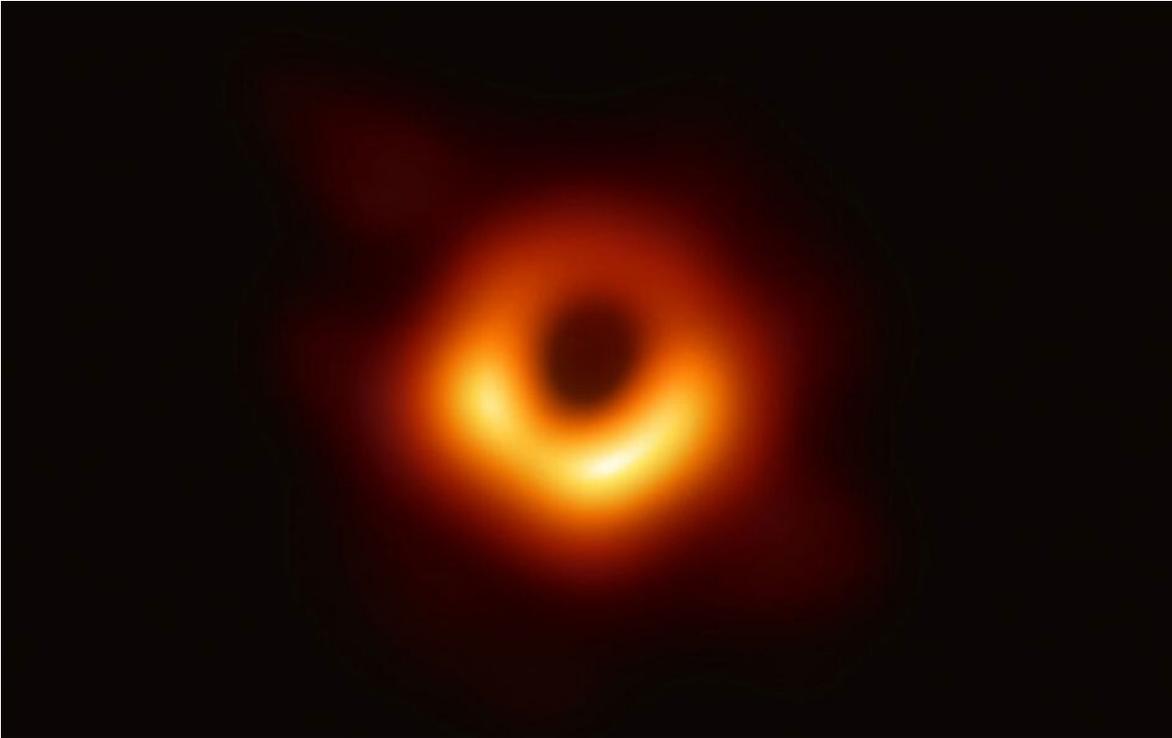
Y si esas imágenes son tan fascinantes, es precisamente porque ellas son el eco de un mundo teórico imaginado por humanos con sus objetos, sus representaciones, su estética. Y no un simple agregado de datos aspirados por algoritmos.

Veo que Ud. está visiblemente fascinado. También lo estoy, pues se tiene la impresión de que «*una punta del velo se ha levantado*», para decirlo como Einstein. Pero me parece que este acontecimiento no ha sido tratado proporcionalmente a su importancia. Se ha hablado de él un día o dos y se ha pasado a otra cosas, olvidando un tanto rápidamente que de aquí en adelante está establecido que al lado de nosotros tiene su trono una especie de monstruo discreto con cuatro millones de masas solares.... ¿Como llegamos a desviar nuestra atención tan fácilmente? En el 2012 me hice la misma reflexión, justo después del anuncio del [descubrimiento del boson de Higgs](#). Saturó la actualidad durante veinticuatro horas, luego muy sabiamente miramos hacia el [affaire DSK](#) que, en la época, parecía lo más importante del universo. Deberíamos aprender a aprovechar tales acontecimientos, que son bien raros, para detenerlo todo, tomarnos el tiempo para contar, para dar explicaciones detalladas, para hablar de Einstein, de sus trabajos, de sus teorías...

Para quienes siguen fascinados por esta imagen, ellos conservan en mente las propiedades inconcebibles de los agujeros negros: esos bolsillos ultra-densos donde se repliega el espacio-tiempo que podrían estar en el origen del universo tal como se lo conoce. Pero además, tenemos esta imagen donde se dibuja el frágil signo de que todo eso tiene una materialidad que llegó hasta nuestras antenas...

Sí, y afortunadamente que se da con la imagen un lado casi familiar a esos objetos de una extrañeza inconcebible. Se colorea la irradiación radio invisible para lograr una especie de *donut* que tiene colores visibles. El aspecto radicalmente extraño del agujero negro se diluye en la familiaridad de la apariencia que le damos. Nada en la imagen permite por ejemplo adivinar la intensidad dantesca del campo gravitacional creado por ese hoyo negro. Como si, para permitirnos ver cosas extraordinarias, inconmensurables con nuestras experiencias de todos los días, fuera preciso hacérselas parecer casi triviales. En caso contrario, ni siquiera las consideraríamos. Lo que me perturba también en esta imagen es saber que todo esta historia comenzó hace 115 años, con una simple ensoñación de Einstein. Un buen día de noviembre de 1907, al final de una sucesión de imágenes y de reflexiones que no conocemos, al regreso del almuerzo tuvo la idea *«más afortunada de su vida»*: *«Estaba sentado en mi silla en la Oficina federal de Berne y de repente comprendí que si una persona está en caída libre, no sentirá su propio peso. Qué sorpresa. Este pensamietno me impresionó. Me empujó hacia una nueva teoría de la gravitación»* Gracias a esta caída imaginaria, Einstein tomó plena consciencia de una especie de evidencia comprensible por cualquier hijo de vecino, pero que nunca había sido formulada por nadie: cuando caemos en caída libre, todos los objetos que están cerca de nosotros (por ejemplo nuestro paraguas o nuestro sombrero) caen como nosotros, a la misma velocidad que nosotros, de tal forma que no los vemos caer. Se nos aparecen como si estuvieran en levitación, como si no tuvieran peso. Todo acontece como si la aceleración producida por la caída borrara la causa de esta caída. A Einstein, esta visión le produjo un choque. ¡Un *choc emocional* tanto como intelectual! Conforme a su anagrama, la intuición de que *la caída de los cuerpos pone a la gravitación por fuera del espectáculo* y lo condujo a postular que habría una especie de identidad formal –de hecho una equivalencia– entre aceleración y gravitación; si una aceleración puede borrar un campo gravitacional real, también ella puede crear la apariencia de un campo gravitacional donde no lo hay. La formalización matemática de esta equivalencia lo llevará a la teoría de la relatividad general, que publicará en 1915. A partir de ese momento la comprensión de la gravitación ya no fue la misma; dejó de ser una fuerza que actúa a través del espacio y se convirtió en una deformación de la geometría del espacio-tiempo.

Traducción de Luis-Alfonso Paláu, Envigado, co, octubre 16 de 2023



Entrevista

Heino Falcke: “Por fin tenemos una imagen de lo inimaginable”

[Heino Falcke](#), entrevista realizada por Joséphine Robert, y publicada el 26 de enero de 2022

Con ocasión de la traducción francesa de su libro *la Luz en la oscuridad. Los Agujeros negros, el universo y nosotros* (México: Debate, 2020), hemos contactado a Heino Falcke, el astrofísico germano-neerlandés que dirigió el equipo que logró [la primerísima imagen de un hueco negro](#). Nos comparte su viaje excepcional a los confines del espacio y del tiempo.

Para alguien que no es astrofísico, ¿es complicado un hueco negro?

Heino Falcke: Por el contrario ¡no hay nada más simple! La menor célula de u. lombriz de tierra es incomparablemente más compleja que un agujero negro. Imagine una enorme cantidad de masa en un espacio minúsculo. La fuerza de la gravedad es tan inmensa que nada se le puede escapar: ninguna información, ninguna luz, nada. Esos objetos particularmente extraños nacen tras explosiones de paquidermos estelares, estrellas de más de veinticinco veces la masa del sol. Una cantidad creciente de materia se precipita entonces en su núcleo. El hundimiento gravitacional es ineluctable bajo el peso de esta estrella. Entonces la estrella se apachurra de manera continua hasta que su masa se

concentra en un punto único de una densidad inconmensurable. Esto es un agujero negro.

¿Quién fue el primero en teorizar los huecos negros?

La hipótesis surgió solamente algunos meses después del desarrollo de la teoría de la relatividad por parte de **Albert Einstein**; luego en el frente del Este, donde lee las reseñas de Einstein, el astrofísico **Karl Schwarzschild** –así son las cosas, su apellido significa «escudo negro»– aplica la nueva teoría a los efectos de la gravitación sobre las estrellas. Imagina un objeto tan compacto que su masa estaría concentrada en un punto, y calcula que más acá de una cierta irradiación, los fotones, es decir las partículas de luz, no pueden escapar del campo gravitacional creado por esa enorme masa. Schwarzschild muere en 1916, pero Einstein publica sus trabajos. Sin embargo él afirmará en 1939 que *«las singularidades de Schwarzschild no existen en la realidad física»*. En efecto había un contrasentido puesto que, a una cierta distancia, la fórmula de Schwarzschild indica que cada esfuerzo en dirección hacia el exterior no hace sino acercarnos al centro. Justo antes de la Segunda Guerra mundial, **Robert Oppenheimer**, el padre del [proyecto Manhattan](#), demostró que las estrellas podían muy bien reducirse a un punto único a causa de un hundimiento gravitacional. Sólo se requería encontrarse en un buen lugar para observar la desaparición de una estrella en un hoyo oscuro.

¿Esto es pues un “huevo negro”?

Sí, pero el concepto de *«agujero negro»* apareció luego de su descubrimiento. En 1964, en un artículo de la periodista **Ann Elizabeth Ewing**, ¡algo que fue muy bien visto! ¿Quién compraría un libro sobre la primera imagen de un «objeto en pleno hundimiento gravitacional»? En física las palabras son importantes...

La historia del concepto está llena de rebotes, pero hasta estos últimos años sólo se tenían pruebas indirectas de su existencia. Ud. fue el primero en observarlo.

En física cuántica uno aprende, pero también de manera general, que [la observación determina la realidad](#). Para mí, la realidad sólo se vuelve tangible en sí misma, real en suma, cuando se la observa. Como decía Einstein del espacio y del tiempo; son magnitudes relativas, sólo existen si se las mide. Y puesto que es posible medirlas de muchas maneras, pueden surgir numerosas realidades.

¿Cómo se pueden ver estas diferentes realidades?

¡La luz! Por esto ella tiene una importancia única. Es ella la que crea la realidad al transmitir la información. Nada sorprendente si nos apoyamos esencialmente

en nuestra facultad visual. La luz es el medio más esencial para medir una fuerza.

En su libro Ud. habla de una simulación fotográfica para describir la imagen, ¿acaso no es una verdadera foto?

Hasta hoy, sólo había presentado ecuaciones, gráficos y un hueco negro esquemático. Ya era hora de mostrar exactamente lo que se debía ver. Mi equipo y yo calculamos la desviación de la luz en torno a un agujero negro [ver el efecto de [lente gravitacional](#)] y mostrado a qué se parecía si lo rodeábamos de una niebla rojiza y brillante. Hemos trabajado pues el aspecto que debía tener un agujero negro en las circunstancias más diversas. No se trata pues de una foto en el sentido clásico de la palabra. Nuestros datos no provenían de ondas perceptibles por el ojo humano, sino de cálculos.

Esta simulación fundada en cálculos, ¿es pues otra manera de ver?

Por supuesto, puesto que todo lo que vemos es tratado, transformado por nuestro cerebro. Pero lo importante es la historia tras la imagen. Esta última en sí misma no quiere decir gran cosa, si no se comprende cómo fue creada, con la ayuda de algunos datos. No se puede separar una imagen de su proceso de creación.

¿Qué es lo que verdaderamente nos muestra la imagen?

No se puede ver ningún agujero negro de manera directa. Por el contrario, se distingue su sombra, la luz que le falta. Se discierne la luz que desaparece en la negrura del hueco. Y la sombra no es tampoco estrictamente una sombra sino una silueta, pues incluso en la oscuridad, uno distingue siempre un poco de luz que viene del gas situado ante el agujero negro.

¿Cómo explica Ud. esta fascinación casi universal por los agujeros negros?

Los agujeros negros son las cosas más energéticas del universo. Hasta para un astrofísico es algo extraordinario. Pero se me ocurre que esta fascinación viene de un sentimiento más profundo. Los agujeros negros nos inspiran el más allá, la muerte, la destrucción. O quizás hasta nos den un sentimiento de control. Las peores películas de horror son aquellas en las que estamos en la oscuridad. Una bestia feroz se acerca, pero no la vemos. El miedo más aterrador es aquel del que no se puede localizar lo que lo genera. Cuando la bestia se vuelve visible, le mido desaparece. Esta metáfora se aplica a la imagen de un agujero negro: tenemos finalmente una imagen de lo inimaginable y entonces... el miedo se atenúa.

En su libro, Ud. se refiere a menudo a su fe. ¿Qué lugar le da Ud. a la religión en sus descubrimientos científicos?

No podía dejar de lado mi religión pues ella hace parte integrante de mi vida. Pienso que lo mismo les ocurre a muchos científicos. **Galileo**, **Kepler**, **Copérnico**, **Max Planck**, e incluso el **abaté Lemaître**, el padre de la teoría que luego se volvió la del Big Bang. Me parece que la religión permite convertir el «*Pienso, luego soy*» de **Descartes** en «*Pienso, luego es posible*». A mi manera de ver, la religión juega un rol fundamental porque me da explicaciones de lo que la ciencia no explica. Estoy hecho de protones y electrones; encarno las leyes naturales. Pero la mesa que está a mi lado también está hecho de protones y de electrones. ¿Qué es lo que hace que el hombre sea tan extraordinario? Eso, ¡no lo puede explicar la física!

Actualmente los avances tecnológicos hacen pensar que todas las informaciones nos son accesibles. ¿Marcan los agujeros negros la frontera de nuestro conocimiento?

Claro que sí. Pero este límite no es forzosamente inquietante. La noción de infinito nos puede llegar a enloquecer. Por ejemplo, no hay nada que le guste más a mi gato que meterse en una caja de cartón. Una caja constituye un refugio y le procura un sentimiento de seguridad. A nosotros los humanos nos pasa lo mismo; tenemos necesidad de fronteras para tranquilizarnos. Los agujeros negros le ponen fin al infinito. Si caigo en un hoyo negro, en teoría podría efectuar en él medidas científicas; claro que no podría contarle a nadie lo que descubra allí dentro. Los huecos negros no dejan escapar [*a priori*] ninguna información. Sin embargo, como el conocimiento sólo se vuelve real cuando se comparte, entonces nosotros mismos nos volvemos el hueco negro. La ciencia, es compartir información – cuando es algo que todo el mundo sabe y acepta. La ciencia es un proceso democrático. Y en este sentido, los huecos negros son, efectivamente, nuestras fronteras. Esta imagen del centro de la galaxia M87 nos condujo a los límites de nuestro saber. Puede parecer loco, pero es en los bordes de los hoyos negros donde se detienen nuestras posibilidades de medir y de estudiar. Y actualmente es imposible saber si podremos un día franquear este límite.

Traduit par Joséphine Robert; traducido al español por Luis Alfonso Paláu, Envigado, co, octubre 16 de 2023.