

## LA LUZ EN LA OSCURIDAD LOS AGUJEROS NEGROS, EL UNIVERSO Y NOSOTROS

Heino Falcke y Jörg Römer  
Debate, 2021  
336 págs.

### Crónica de una foto imposible

*Un relato en primera persona del esfuerzo colectivo que supuso retratar el entorno inmediato de un agujero negro*

Hay un género de divulgación científica que comparte con los grandes reportajes periodísticos o con las crónicas viajeras de exploración y descubrimiento un narrador que cuenta en primera persona una aventura apasionante. Los grandes planes y sus dificultades, la incertidumbre al adentrarse en territorio desconocido, los errores, los aciertos y, finalmente, la suerte que decide en el último momento el éxito o el fracaso de la empresa se pintan ante nuestros ojos casi antes de que la historia haya concluido. Quizá aún no esté claro cuál es el poso que va a quedar cuando el viento de la historia amaine, pero la oportunidad que nos ofrece el cronista de atisbar el desarrollo de la historia desde dentro otorga al relato un valor intemporal.

La luz en la oscuridad pertenece a ese género de crónicas en las que lo más importante es la aventura científica de la que el protagonista nos deja tomar parte a través de sus ojos y de su pluma. Cierta es que cualquiera que no viva en un monasterio de una montaña lejana conoce el final feliz de esta singular hazaña: la obtención de la primera «foto» de un agujero negro. Pero la aventura es lo que ocurre en el camino que nos lleva hasta allí, y conocer el final no resta un ápice de interés al relato de la singladura narrado por el capitán de la nave, el astrofísico Heino Falcke, director científico del Telescopio del Horizonte de Sucesos (EHT), con la colaboración del periodista Jörg Römer, editor de la sección de ciencia del semanario alemán Der Spiegel.

El proyecto EHT, en el que han colaborado un gran número de científicos y observatorios de varios países, España incluida, surgió con el objetivo de «fotografiar un agujero negro» tan cerca de su

horizonte de sucesos como fuera posible. El objetivo era que los fenómenos que deben de caracterizarlo de acuerdo con las predicciones de la relatividad general pudieran ponerse de manifiesto. Un proyecto que se concibe como el sueño del niño curioso que Falcke nos cuenta que fue, y que inicialmente parece, además, un sueño irrealizable, tanto por las dificultades técnicas como por las conceptuales. ¿Cómo fotografiar algo que, por definición, no emite ninguna luz? ¿Qué se espera ver en realidad? ¿Cómo se ha de interpretar la imagen obtenida? [Véase «La prueba del agujero negro», por Dimitrios Psaltis y Sheperd S. Doeleman; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, noviembre de 2015.]

El libro hace un largo recorrido por la historia de la astronomía y la astrofísica para presentar a todos los actores del drama que posteriormente se nos va a contar: planetas, estrellas, galaxias, pulsares, cuásares... y, por supuesto, agujeros negros. Esta historia corre paralela a la de las herramientas que nos han permitido «ver» y medir cada vez más allá, y a la de los científicos que la han protagonizado, a los cuales se incorpora el propio Falcke, cuya trayectoria vital, espiritual y científica forma parte integral del libro.

Este recorrido histórico desemboca en la concepción del proyecto EHT, su preparación, organización y —muy importante— financiación, y alcanza el clímax durante las noches en que los observatorios participantes se coordinaron para formar, de manera efectiva, un único radiotelescopio enfocado en el agujero negro supermasivo que se esconde en el corazón de la galaxia M87 y que se manifiesta a través de la emisión de un chorro gigante de partículas ultrarrelativistas. De la mano del autor, conocemos el ambiente en el que trabajan

los astrofísicos durante las observaciones (la tensión, el sueño y la incertidumbre, pero también la tremenda ilusión) y el anticlímax de los meses de espera hasta que los datos brutos obtenidos son validados, filtrados y combinados para proporcionar [la famosa imagen final](#).

Una de las cosas más destacables de *La luz en la oscuridad* es el esfuerzo que se ha hecho por describir la ciencia como una empresa colectiva, poniendo en valor las contribuciones de los muchos técnicos, estudiantes y científicos que han contribuido al proyecto EHT en particular y al progreso de la física y la astrofísica en general. El libro incluye, por ejemplo, la lista de todos los miembros del EHT. Hay también un intento de vindicación de algunas figuras que han quedado injustamente en segundo plano, como Georges Lemaître, cuyas contribuciones a la física y a la cosmología modernas (el concepto de gran explosión, la ley de Hubble-Lemaître, la interpretación de la «singularidad de Schwarzschild» del agujero negro) han quedado a la sombra de otros investigadores, como Edwin Hubble [véase «El universo de Georges Lemaître», por Dominique Lambert; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, abril de 2002].

Sin embargo, ese esfuerzo se ve un tanto oscurecido por el afán por subrayar las contribuciones alemanas a la física y la astrofísica a lo largo de la historia. No cabe duda de que a un español, que no puede hacer nada parecido sin hacer el ridículo, esto no puede dejar de producirle una gran envidia, tanta como la que produce la generosísima dotación económica del premio Spinoza que permitió a Falcke iniciar este proyecto. Pero no es esto lo que motiva la crítica. El orgullo nacional acaba traicionando al autor cuando califica de forma general los logros de Kepler como «más esenciales» que los de Galileo, algo que no puede mantener seriamente quien conozca el papel fundamental que desempeñan en la física moderna los principios de relatividad y de equivalencia, a los que Galileo contribuyó de manera muy destacada. Tampoco se puede reprimir una sonrisa al leer que el artículo de Johannes Droste (discípulo de Lorentz y descubridor independiente de la solución que describe el agujero negro más sencillo y de las leyes del movimiento de la materia en torno a él) fue ignorado porque lo escribió en neerlandés en una época en que escribir en alemán era aún importante (en realidad, el artículo se publicó en inglés). Las razones por las que ciertas contribuciones científicas

ficas fundamentales, como las de Droste y Lemaître, pasan inadvertidas son uno de esos temas que la sociología de la ciencia quizá debería esclarecer. Y ya que estamos con el orgullo nacional y las contribuciones ignoradas, es una pena que el libro atribuya incorrectamente la creación del calendario gregoriano a los astrónomos vaticanos en vez de a los salmantinos.

Es también muy interesante la reflexión sobre la ciencia, la fe, el ser humano y los límites de todos ellos con que finaliza el libro. Falcke nos habla de su fe en Dios y de cómo, para él, forma parte junto con la ciencia de su búsqueda de la verdad y del sentido del universo. No es un punto de vista muy extendido hoy en día. Entre los científicos suele predominar el agnosticismo o un maniqueísmo en el que la ciencia está de un lado y cualquier

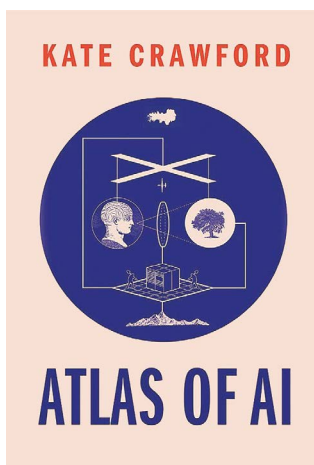
otro tipo de creencia no sustentada en el método científico en el otro. La visión de Falcke es integradora y conciliadora, lejos de dogmatismos de uno u otro signo, algo de agradecer en este mundo tan polarizado.

El libro brilla en las descripciones de los experimentos (los detalles, la increíble precisión de las medidas) y de los fenómenos astrofísicos (su objetivo principal), pero deja bastante que desear cuando se explican fenómenos y teorías físicas fundamentales. No es tanto que las simplificaciones dejen insatisfechos a los especialistas, ya que el libro está dirigido a un público muy amplio. Se trata más bien de las imprecisiones y de la perpetuación de ciertos errores en la descripción de los agujeros negros y de los fenómenos que tienen lugar en su en-

torno o en su interior, que a veces están muy extendidas incluso entre los científicos. Por ello, puede que este libro no sea el mejor lugar para profundizar sobre estos aspectos de los agujeros negros, sobre la relatividad general o sobre la física de partículas, aunque probablemente no era ese el objetivo primordial del libro. Tampoco lo era el de crear una obra de un alto nivel literario, algo que ciertamente no es. En cambio, si el objetivo era escribir una crónica urgente desde el frente donde se libra la lucha del ser humano por entender el universo y entenderse a sí mismo, ese fin se ha conseguido por completo.

—Tomás Ortín Miguel

Instituto de Física Teórica  
Universidad Autónoma de Madrid/CSIC



**ATLAS OF AI**  
**POWER, POLITICS, AND THE PLANETARY COSTS**  
**OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

Kate Crawford  
Yale University Press, 2021  
336 págs.

## Desnudar la inteligencia artificial mientras la vestimos

*La necesidad del enfoque ético y social de las tecnologías emergentes*

Cuanto tenía seis años, mi madre me compró un atlas. Aprendí entonces el tópico, ahora manido, de que los mapas no son el territorio. Marcaba en él recorridos y viajes que solo sucedían en mi imaginación. Descubrí luego que la cartografía pretende representar una realidad inabarcable; la distorsiona y la simplifica utilizando algunas licencias imprescindibles para, por ejemplo, plasmar en un plano bidimensional los detalles de un planeta tridimensional. Algo imposible.

Kate Crawford arranca de manera similar su imposible atlas de la inteligencia artificial. Con la curiosidad de una niña plantea preguntas sencillas, aquellas que a su vez son las más difíciles de responder. ¿Qué es la inteligencia artificial? ¿Qué sesgos o ideologías políticas propaga, y para quién? ¿Qué coste ambiental tiene? ¿Debe-

ría limitarse su uso? Si hace poco Ramón López de Mántaras nos alertaba sobre la desnudez de la inteligencia artificial aprovechando el símil del popular cuento de Andersen [véase «El traje nuevo de la inteligencia artificial», por Ramon López de Mántaras; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, julio de 2020], Crawford se ha atrevido a hacer un patrón del traje invisible del emperador. De la sisa a los bajos, ha descosido los dobladillos ocultos de las tecnologías emergentes y ha hilvanado un ensayo que nos empuja al imprescindible enfoque ético de la inteligencia artificial (IA).

Crawford, experta en las implicaciones de la IA y que entre varios cargos académicos es investigadora principal en Microsoft Research, explora territorios conocidos pero no por ello menos inhóspitos. Su *Atlas of AI* escarba en las minas de las

tierras raras y en el elevado consumo energético y de agua del que depende el desarrollo de esta tecnología. Destripa la explotación laboral encubierta bajo el halo de las empresas tecnológicas, donde una rebelión en la granja es posible aún. Presenta la necesidad pantagruélica de datos por parte de sistemas tecnológicos insaciables de palabras, imágenes y ubicaciones. Explica el origen de los sesgos en las clasificaciones automáticas, machistas, racistas y xenófobas, como reflejo carrolliano del mundo políticamente incorrecto. Nos deja cara de póquer cuando nos descubrimos como carnaza de los programas que pretenden desvelar nuestras emociones, afectos o tendencias sexuales simplemente analizando los píxeles de nuestros rostros expuestos en las redes sociales. Remueve las relaciones entre los Estados y los poderes fácticos, auténticos controladores del cotarro político y militar que hay tras el interés desmedido en el desarrollo de la IA y, por supuesto, en su blanqueo mediático. Y por último, destruye los mitos y las fantasías que nos venden a las tecnologías emergentes como entes diáfanos, neutros e incorpóreos que generan conocimiento con independencia de sus financiadores, de sus creadores o del entorno natural al que parasitan.

Su estilo metafórico es sugerente y a la par desgarrador, como cuando expone el paralelismo entre el extractivismo de la minería de datos y el de la minería real necesaria para producir la electrónica de la IA. Acto seguido, lejos de quedarse

ahí, ahonda en el símil recordándonos la dureza de las condiciones laborales de los obreros de las grandes corporaciones tecnológicas, los nuevos mineros. Sin llegar al punto incisivo de Simona Levi en *#FakeYou* (Rayo Verde, 2019), el relato de Crawford debería sonar amenazador para la industria tecnológica por las implicaciones sociales de su discurso. Al fin y al cabo, *Atlas of AI* es una crítica desde dentro del mapa. ¿O no trabaja Crawford para Microsoft? ¿Se trata de un ensayo edulcorado? ¿Se ha autocensurado? No da esa sensación, como mínimo en su perspectiva sindical o ecologista; porque logramos lo artificial a costa de lo natural. Por eso, Crawford nos augura un atlas seco, como el de la Tierra sin agua que representó Thomas Burnet en 1694. El relato distópico adquiere trágicos tintes realistas con el paso de las páginas.

No obstante, Crawford cartografía más el presente de la IA que su futuro. Mueve al lector por su atlas suministrándole precisas coordenadas GPS que ilustra con fotografías reveladoras. Sabe quizá que otro plan sería inabordable. Conecta así la perspectiva global con hechos locales, como los conflictos laborales en boga en algunas plantas estadounidenses de Amazon, relacionados en buena medida con la automatización y la expansión de la robótica industrial, y dejando espacio mental a la reflexión del lector. Ella da los puntos cardinales, usted debe imaginar lo que está por venir: únalos.

Pero el libro tampoco mira al pasado más que lo justo para contextualizar. ¿Para qué recuperar a Mercator en la era de Google Maps? Crawford hubiera enriquecido su narrativa tirando del fondo de armario de clásicos como la *Meditación de la técnica* de Ortega y Gasset (1939), ciertamente poco tratado en la literatura anglosajona, o *Darwin among the machines* de Samuel Butler (1863). Pero el *Erewhon* butleriano no aparece en el planisferio de Crawford, y el centauro ontológico orteguiano, o la inexorable relación entre la inteligencia humana y la tecnología, queda como un eco obvio para el lector hispano.

Sin entrar en profundidad en la controversia sobre el dualismo, Crawford se apropia de argumentos filosóficos previos al postular que la IA no es ni inteligente ni artificial. Huye de la metáfora computacional bidireccionalmente: ni el cerebro es un ordenador ni el ordenador será un cerebro, recordando entre líneas a *Las sombras de la mente* de Roger Penrose (Crítica, 1996). Sobre la I de inteligencia (y de «yo» en

inglés, por cierto), Crawford reivindica un tono abierto en su discurso, como en la obra polifónica de los años ochenta editada por Douglas Hofstadter y Daniel Dennett *The Mind's I* (Bantam Books, 1982), al incorporar múltiples voces en su atlas. Pero siempre con el objetivo claro de desenmascarar la auténtica realidad social que se oculta tras la ficticia «inteligencia» de la IA. Hay por eso una deliciosa y sutil ironía inicial cuando apela a la inteligencia del caballo Hans para romper el hielo.

Ante la A de artificial, sin embargo, Crawford no da tregua: el ser humano, en su singladura evolutiva, ha modificado su entorno constantemente. Pero mientras que otras tecnologías se nos muestran claramente contaminantes, como la automoción (aunque con intentos de blanqueo últimamente por parte del coche eléctrico), el enorme impacto ecológico de la IA se sigue ocultando a la sociedad.

El realismo de Crawford la aproxima a enfoques sociales como los del investigador Wim Naudé, que ya habían puesto el foco en la incidencia de la IA sobre la desigualdad, y la aleja del alarmismo transhumanista de la singularidad kurzweiliana [véase «Más que humanos», por Hyllary Rosner; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, noviembre de 2016] y de sus falsas promesas, bien diseccionados con anterioridad por filósofos como Antonio Diéguez en *Transhumanismo* (Herder, 2017) [véase «Transhumanismo: entre el mejoramiento y la aniquilación», por Antonio Diéguez; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, noviembre de 2016].

Crawford es contundente cuando se pregunta, retórica, qué violencia epistemológica es necesaria para que el mundo sea legible para un sistema de aprendizaje automático. Apela así a una reformulación de la filosofía de la tecnología y, en consecuencia, de la tecnoética. También a los problemas derivados de los modelos científicos incompletos bajo los que se programa la IA.

En definitiva, será extraño que el atlas de Crawford les deje indiferentes. Hay todavía mucha tela que cortar del traje del emperador. Los microgestos de su rostro durante la lectura les delatarán ante las cámaras de sus dispositivos electrónicos. *Black mirror*. Las teorías sobre el lenguaje o las expresiones faciales deben mejorarse, pero, mientras tanto, la IA trabaja con ellas. ¿Nos desnuda ella a nosotros mientras la vestimos?

—Antoni Hernández-Fernández  
*Universidad Politècnica de Catalunya*

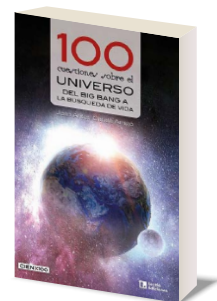
## NOVEDADES

Una selección de los editores  
 de Investigación y Ciencia



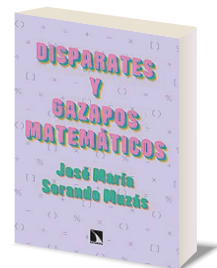
### CON MUCHO GUSTO UN MENÚ CUAJADO DE HISTORIAS BOTÁNICAS

Eduardo Bazo  
 Ediciones Cálamo, 2021  
 ISBN: 978-84-16742-26-4  
 520 págs. (23,90 €)



### 100 CUESTIONES SOBRE EL UNIVERSO DEL BIG BANG A LA BÚSQUEDA DE VIDA

Joan Anton Català Amigó  
 Ediciones Lectio, 2021  
 ISBN: 978-84-16918-95-9  
 208 págs. (14,70 €)



### DISPARATES Y GAZAPOS MATEMÁTICOS

José María Sorando Muzás  
 Catarata, 2021  
 ISBN: 978-84-1352-249-4  
 224 págs. (17,50 €)