

Vincent Bontems y Roland Lehoucq

# Las ideas oscuras de la física

Traducción del francés de  
Mercedes Corral

 Siruela

Biblioteca de Ensayo 106 (Serie Mayor)

# Índice

LAS IDEAS OSCURAS DE LA FÍSICA	9
EL CIELO NEGRO	19
¿POR QUÉ EL CIELO ES NEGRO?	32
EL CUERPO NEGRO	44
LA RADIACIÓN DEL CUERPO NEGRO	58
EL AGUJERO NEGRO	71
LA GRAVEDAD DEL AGUJERO NEGRO	88
MATERIA OSCURA	99
LAS ALQUIMIAS DE LA MATERIA OSCURA	115
ENERGÍA OSCURA	128
LOS MISTERIOS DE LA ENERGÍA OSCURA	140
LA HEGEMONÍA DEL NEGRO	158
Bibliografía	167

## LAS IDEAS OSCURAS DE LA FÍSICA

Lo negro es un mundo.

HENRI MICHAUX, *El infinito turbulento*

De las ideas oscuras de la física, como el «cielo negro», el «cuerpo negro», el «agujero negro», la «materia oscura» y «la energía oscura»<sup>1</sup>, lo que nos intriga es lo negro. Si nos hemos asociado un físico y un filósofo, es porque la negrura de las ideas científicas es a la vez instructiva e inspiradora. ¿Por qué han sentido los físicos la necesidad de ennegrecer esas ideas? ¿Qué significa que se haya tomado prestado del lenguaje común este adjetivo? ¿Es fútil e inofensivo para la elaboración del lenguaje científico? ¿O bien se desliza de manera subrepticia alguna metáfora en la base de los razonamientos? En suma, ¿tienen las ideas negras de la física alguna particularidad por el mero hecho de ser negras? ¿Qué significa la palabra «negro» para quienes imaginan y reflexionan sobre las ideas negras en la cultura científica de nuestro tiempo?

A pesar de nuestra admiración por esa obra maestra del humor negro que es *Ideas negras*, escrita por André Franquin (1924-1997), nuestro libro no aborda las sombrías

<sup>1</sup> En francés se utilizan los términos *énergie noire*, y *matière noire* para estos conceptos científicos. Véase lo que dicen los autores al respecto en las págs. 163-164 de este libro. (*N. de la T.*)

especulaciones de físicos neurasténicos. Se trata de una reflexión sobre la especificidad de conceptos físicos que califican de «negros» a determinados fenómenos. ¿Significa su negrura que estas ideas están relacionadas? Un hecho destacable que justificaría de por sí dedicarles un libro es que todas estas ideas tienen que ver con importantes enigmas científicos del pasado o del presente. El problema del cielo negro ha interesado a los astrónomos y se les ha resistido durante siglos. El enigma de la radiación de cuerpo negro dio origen a la mecánica cuántica. Los agujeros negros fueron singularidades teóricas que eran un estímulo para los astrofísicos mucho antes de que se observaran sus efectos. La materia oscura es una solución hipotética a la anomalía de la dinámica de las galaxias y de los cúmulos galácticos. Y, en cuanto a la energía oscura, explicaría la aceleración de la expansión del Universo. Existe, pues, material de reflexión sobre el tema de las ideas negras. Pero esto quizá no tenga una relación directa con su negrura.

El negro es evidentemente la ausencia total de luz. Pero en física la negrura tiene un significado especial. Un cuerpo negro no es necesariamente de color negro. Un agujero negro carece de color, no puede verse. Por otra parte, el negro se atribuye a fenómenos físicos que en general no son observables a simple vista. Esta característica varía de un fenómeno a otro —la negrura del cielo no es la misma que la de la energía—, pero la dificultad de la observación juega siempre un papel crucial en la atribución. Una idea no es, por tanto, negra por casualidad. Cuando el adjetivo «negro» pasa al lenguaje científico, sufre lo que Gaston Bachelard llamaba una «revolución semántica», un cambio de sentido. Su significado original se purifica y se redefine, de modo que solo designa la propiedad que el físico nece-

sita para caracterizar a su objeto. El negro deja de ser un color y se convierte en un término científico inequívoco.

En fin..., este es el ideal que el científico trata de alcanzar.

Porque debe admitirse que, debido al hecho de que las palabras poseen ya un significado en el lenguaje común, no es raro que algún rastro de este significado común original contamine de manera subrepticia la expresión científica y confiera a la misma una carga metafórica. Hay como un halo de imágenes negras que acompañan discretamente, como su sombra, al discurso del físico sobre las ideas negras. Durante sus razonamientos este ha de rechazar tales imágenes a fin de que su pensamiento se fundamente únicamente en ideas claras y nítidas, en ecuaciones y medidas ultraelaboradas; sin embargo, eso no significa que dichas imágenes no existan. Todo físico las encuentra indefectiblemente si se abandona a la ensoñación. De manera que, para entender las ideas negras, no solo hay que analizar de qué forma el físico cambia radicalmente la denotación del adjetivo «negro», es decir, su sentido explícito, sino que también hay que exponer cómo este adjetivo colorea, por decirlo así, la expresión científica a su vez, cómo esta le atribuye determinadas connotaciones. A cada idea negra corresponde así una imagen negra, que es como la sombra proyectada por el lenguaje en el imaginario. El físico que maneja las ideas negras puede no tener conciencia alguna de las imágenes negras, pero lo que eso demuestra precisamente es que las reprime una y otra vez —cuando obstaculizan su pensamiento científico— o las sublima —cuando despiertan su curiosidad—. Porque no es posible efectuar un razonamiento con imágenes, pero tampoco se puede aislar el pensamiento de la imaginación. Sin confundirlos y sin reducirlos a una falsa

unidad, hemos decidido escribir este libro realizando en paralelo el análisis epistemológico e histórico del significado científico de las ideas negras y la exploración del sentido simbólico de las imágenes negras.

Procediendo así, nos situamos en la estela de los trabajos de Gaston Bachelard (1884-1962), el primero en practicar este método dual que conjuga el análisis epistemológico con una variante muy particular de psicoanálisis. En 1938, publicó dos obras dispares y complementarias: *La formación del espíritu científico* y *Psicoanálisis del fuego*. En la primera explicaba que el espíritu científico siempre debe superar primero los «obstáculos epistemológicos» que le estorban y le impiden analizar rigurosamente los fenómenos. Sin embargo, estos suelen ser justamente imágenes sugeridas por el lenguaje corriente. En la segunda, estudiaba algunas imágenes relativas al fuego para mostrar que sus asociaciones no deben nada al azar, sino que están relacionadas entre ellas de una forma concreta y muy diferente a la que sugería la lógica. Inspirándonos en este ilustre antecesor, hemos tratado de extraer primero el sentido de cada idea negra dentro de la física, y después el de la imagen negra correspondiente, dejando al lector la tarea de juzgar si estos sentidos erudito y metafórico divergen irremediablemente, se completan o se entrecruzan. No obstante, antes de iniciar este recorrido, que irá del cielo negro a la energía oscura (pasando por el cuerpo negro, el agujero negro y la materia oscura), trataremos brevemente de identificar el significado general que adquiere la palabra «negro» en física, en la mente del investigador, y después lo que evoca en la imaginación divagadora del poeta o del ensoñador.

¿Por qué la física ve determinadas cosas en negro? Para responder a esta pregunta, es necesario comprender lo que significa «ver» en física. Desde hace mucho tiempo, el físico ya no observa los fenómenos únicamente a través de los sentidos, sino que utiliza instrumentos, desde el telescopio astronómico de Galileo hasta el último de los aceleradores de partículas, pasando por la gama de los microscopios, espectroscopios, etc. Estos aparatos de detección y de cálculo permiten entrar en interacción con fenómenos que de otro modo serían imperceptibles. El que ve en física, el famoso observador, es una máquina. El investigador humano interviene antes de la observación, haciendo predicciones, preparando el experimento y calibrando los detectores, y después de ella, interpretando los resultados, corrigiendo sus hipótesis y sacando conclusiones. Pero, durante la observación, lo fundamental es la técnica. Para insistir en la mediación técnica, Bachelard forjó el neologismo «fenomenotécnico» (*El nuevo espíritu científico*, 1997). Esta palabra que une los fenómenos con la técnica, significa que, en lo sucesivo, a diferencia de la definición clásica del fenómeno como «lo que se ve», los fenómenos científicos no se ven, sino que se construyen experimentalmente. Para Aristóteles, la cuestión no era hacer experimentos, porque eso habría sido violentar a la naturaleza. En el siglo XIX, los positivistas seguían concibiendo los experimentos como la medida de un fenómeno preexistente que después se intentaba describir por medio de una ley matemática. En la ciencia contemporánea, «los fenómenos nuevos son, no simplemente hallados, sino que se inventan, se construyen de arriba abajo» (*Estudios*, pág. 24). El investigador no observa hechos, sino que produce efectos basándose en la estructura matemática de sus teorías y utilizando técnicas de gran precisión. «Ver» significa, por tanto, basarse en una

teoría física para construir la fenomenotecnia que hará, tal vez, aparecer fenómenos nuevos, a veces inesperados.

De primeras, esta forma de ver solo pertenece a las ciencias experimentales, como la física de las partículas, y no a las ciencias observacionales, como la astronomía, donde no se pueden reproducir a voluntad los fenómenos. Sin embargo, la fenomenotecnia está presente tanto en los observatorios astronómicos como en los aceleradores de partículas. Los investigadores observan el Universo a través de señales a veces muy débiles, con longitudes de onda fuera del espectro visible, o incluso transmitidas por otras partículas aparte de los fotones. Sus instrumentos permiten ver fenómenos invisibles a simple vista. Basándose en hipótesis abstractas y en cálculos complejos, los astrónomos construyen instrumentos sofisticados para recabar información en otras longitudes de onda. «Ver» significa siempre «entrar en interacción con un fenómeno y medir dicha interacción con el fin de obtener información sobre tal fenómeno». Habiendo sido la luz el primer vector de la información, es lógico que los científicos hayan conservado el vocabulario de la visión como parte de su lenguaje informal. Sin embargo, los fenómenos estudiados no interactúan casi nunca con la luz, sino con otras frecuencias de ondas electromagnéticas, cuando no con una onda acústica o incluso con neutrinos. Aunque la luz ya no intervenga, sigue siendo necesario que la fenomenotecnia sea capaz de captar y de medir la información resultante de una interacción con el sistema observado.

Ahora que hemos comprendido lo que significa «ver» para un físico, podemos adivinar fácilmente que lo que él llama «negro» es, en general, lo que él no ve o ve mal. En física, el negro designa lo que se resiste a la detección, lo que no interactúa con las ondas electromagnéticas, o



interactúa de tal manera que no conseguimos captar la información con la fenomenotecnia de la que disponemos. El enigma del cielo negro planteaba ya, a su manera, este problema. ¿Por qué no percibimos la luz de las estrellas que debería llegarnos de todas partes? El cuerpo negro absorbe todas las ondas electromagnéticas sin reflejar ninguna. Todo el mundo sabe que un agujero negro es una estrella tan masiva que ni siquiera la luz, y mucho menos la materia, escapa a su atracción gravitacional. La materia oscura es una hipótesis que designa una masa que no interactúa con la luz. En conclusión, la energía oscura es quizá la idea más oscura, porque no solamente no se puede observar, sino que sería, además, la causa de una fuerza que se opone a la gravitación ordinaria.

Así pues, a pesar de su heterogeneidad, todas estas ideas negras poseen cierto parentesco a nivel conceptual relacionado con su negrura, se aplican a fenómenos que los físicos no pueden ver. En el registro figurado también se puede subrayar que plantean cuestiones que se han rebelado o se siguen rebelando a nuestro conocimiento. Su índole es a veces difícil de aclarar, ¿se trata de realidades, de posibilidades teóricas todavía no comprobables o de meras quimeras?

Como complemento al análisis epistemológico de las ideas negras, nos proponemos realizar un «psicoanálisis de las tinieblas». Con *Psicoanálisis del fuego*, cuyo título completo debería haber sido «Psicoanálisis del conocimiento objetivo del fuego», Bachelard inventó un nuevo tipo de psicoanálisis singular. No se trata en absoluto de recoger las confidencias de una llama tumbada en un diván, sino de

inventariar las imágenes y los símbolos del fuego que, desde tiempos inmemoriales, han poblado el imaginario de los hombres, y cuya vivacidad obstaculiza el conocimiento. El psicoanálisis bachelardiano aspira a purificar la mente científica de imágenes que la entorpecen. Porque las imágenes arcaicas del fuego no tienen ninguna objetividad. No pueden ayudar al desarrollo del conocimiento de los fenómenos de combustión. Para liberarse de ellas, la mente científica ha tenido y sigue teniendo que luchar contra su tendencia natural a atribuir, por ejemplo, una sustancia al calor, a convertirlo en un fluido sutil. Bachelard quería liberar a nuestra mente de esas imágenes que nos arrastran a la divagación. Afirmado con fuerza en la introducción, este programa iconoclasta pronto deja paso a análisis más benevolentes con respecto a las imágenes, más sutiles... Porque, finalmente, el filósofo de Bar-sur-Aube se deja seducir por el encanto de las metáforas que estudia. So pretexto de liberarnos de extrañas «dificultades» del fuego, se complace en detallar las resplandecientes imágenes procedentes de él.

Nosotros hemos querido trabajar también en este sentido, tratando de conservar, en la medida de lo posible, un equilibrio entre el carácter científico de las imágenes negras —con el fin de que cada ensoñación ilumine las deformaciones que el imaginario hace sufrir a la idea que lo origina— y el carácter desenfadado de las asociaciones libres, para que la ensoñación conserve su espontaneidad y no sea un calco artificial de ideas, sino el fruto de resonancias dentro de nuestra cultura.

Cabe preguntarnos, no obstante, si lo negro se presta al ejercicio. Según Bachelard, el fuego es un elemento primordial del imaginario colectivo, debido, sobre todo, a su papel crucial en el proceso de hominización. ¿Ocurre

lo mismo con lo negro? Bachelard ha escrito otras obras sobre la poética de los elementos, sobre el agua, el aire y la tierra. De ese modo, acreditó la idea de que solo los cuatro elementos alquímicos (aire, agua, fuego y tierra) constituyen las sustancias primordiales del imaginario colectivo. Sin embargo, pensándolo bien, esta tesis es arbitraria. Si las imágenes del fuego están arraigadas en el imaginario colectivo de la humanidad desde la domesticación del fuego, ¿qué decir entonces de las imágenes, más arcaicas y más poderosas aún, relativas a la oscuridad de la noche que nos envolvía anteriormente?

Estudiando en *El agua y los sueños* las imágenes del «agua negra», Bachelard se hizo la siguiente reflexión: si las imágenes del agua negra combinan las imágenes del agua y de la noche, ¿no habría que reconocerle a la noche una sustancialidad imaginaria tan primitiva y tan profunda como la del agua?

Al presentar ahora algunas observaciones sobre las combinaciones del Agua y de la Noche, parecemos estar derogando nuestras tesis generales sobre el materialismo imaginario. [...] Sin embargo, la ensoñación de las materias es una ensoñación tan natural e invencible que la imaginación acepta por lo común el sueño de una noche activa, de una noche penetrante, de una noche insinuante, de una noche que penetra la materia de las cosas. En ese caso la Noche deja de ser una diosa enlutada, ya no es un velo que se extiende sobre la Tierra y los Mares; la Noche es *noche*, la noche es una sustancia, la noche es la materia nocturna. La noche es invadida por la imaginación *material*. Y como el agua es la sustancia que mejor se presta a las mezclas, la noche va a penetrar las aguas, va a opacar el lago en sus profundidades, va a impregnar el estanque. A veces

la penetración es tan profunda, tan íntima que, para la imaginación, el estanque guarda en pleno día un poco de esta materia nocturna, algo de sus tinieblas sustanciales... (*El agua y los sueños*, pág. 156).

Nosotros aceptaremos la hipótesis de que cada una de las imágenes negras posee su propia especificidad, resultante de la transposición al imaginario de una idea negra, pero todas ellas participan del mismo elemento imaginario, es decir, de esta materia nocturna que puede también llamarse «la tiniebla».

Bachelard, que había percibido el poder y la riqueza del elemento tenebroso, planeó incluso un estudio sistemático de las imágenes negras: «Si se pudiera reunir y clasificar todas las imágenes negras, las imágenes sustancialmente negras, se constituiría, en nuestra opinión, un buen material literario [...]» (*La tierra y las ensoñaciones del reposo*, 2006). Aunque no era consciente de que las ideas negras de la física pudieran ser causa de ensoñaciones, abordó la especificidad de muchas imágenes negras que pueden coincidir con dichas ideas: el negro transparente del cielo negro estrellado, la negrura interior de los cuerpos, el negro vertiginoso de los abismos, el negro transmutable del *opus nigrum* de los alquimistas, y el negro misterioso oculto en el negro. Su intuición se anticipa a nuestras investigaciones; de hecho, hemos encontrado muchos ecos entre nuestras propias ensoñaciones, elaboradas a partir de la física, y las suyas, elaboradas a partir de un material literario. Sin embargo, huelga decir que no nos limitaremos a estas resonancias, sino que exploraremos todas las evocaciones pertinentes que nos sugiere nuestra cultura.