

Un libro dedicado a las paradojas de la física corre el riesgo de incurrir él mismo en una embarazosa paradoja: la de no contener ninguna, negando así, de entrada, no solo su título sino también su razón de ser. Si en los engranajes de la naturaleza no hay espacio para verdaderas contradicciones, cuando estas se manifiestan deben obedecer a malentendidos humanos. Una indiscutible autoridad en la materia, William Thomson, que resolvió la célebre paradoja de Olbers, lo expresó de modo tajante en un discurso de 1887 ante la Royal Institution: «No hay lugar en la ciencia para las paradojas. Su eliminación consiste en la sustitución de ideas o afirmaciones falsas por otras verdaderas». Siete décadas más tarde, Richard Feynman, fogueado en una física radicalmente distinta de la que había conocido Thomson, abundaba en la misma idea: «Por supuesto, en física nunca se dan auténticas paradojas, porque solo existe una respuesta correcta; al menos creemos que la naturaleza actuará solo de una manera (y esa manera, claro está, es la correcta). Así que una paradoja, en física, se reduce a una confusión de nuestro entendimiento».

Llama la atención que tanto Thomson como Feynman dieran por sentado que las paradojas han de encerrar contradicciones

genuinas, exigencia que no les imponen los diccionarios. Las acepciones más comunes de la palabra se refieren a una afirmación que exhibe una incompatibilidad solo aparente —que termina por resolverse cuando se considera con mayor detenimiento— o un enunciado absurdo que se presenta bajo un aspecto tan razonable como engañoso. La esencia de lo paradójico radicaría entonces en la capacidad de dar gato por liebre: dotar de trazas inverosímiles a un argumento verdadero o, a la inversa, encubrir de manera convincente un argumento falaz. Ninguna de las dos alternativas estorba la existencia de paradojas físicas.

Todas las paradojas, incluso las más leves, que son meras figuras retóricas, giran en torno a una contradicción. En el caso que nos ocupa, la incongruencia viene a frustrar las expectativas acerca de cómo debería comportarse el mundo físico o a desafiar la interpretación comúnmente aceptada de un repertorio más o menos amplio de fenómenos. Por regla general, el científico participa del optimismo de Thomson y Feynman y supone que el universo resultará inteligible y obedecerá leyes coherentes. Por tanto, confía en que, tarde o temprano, alguien cortará el nudo gordiano. Se identificará un error en los términos de la contradicción o se concebirán teorías mejores, que se emanciparán de ella.

Lo que sí cabe pedir a cualquier paradoja que se precie es que sirva de revulsivo contra las certidumbres. Que ponga en jaque a los expertos durante un tiempo y que despierte en ellos la sospecha de que algo no marcha como debiera dentro del orden establecido. Superado el reto, la paradoja perderá su mordiente y se convertirá en una curiosidad, en la reliquia o el fósil de un periodo de comprensión incompleta. Esa es la moraleja que parece desprenderse del estudio de las paradojas físicas más famosas: una vez que se alcanza un nivel más profundo de conocimiento, los presupuestos erróneos quedan en evidencia y la paradoja se desvanece. ¿Resulta lícito elevar esta constatación reiterada a la categoría de axioma? ¿O llegará el día en el que la naturaleza nos enfrente a contradicciones insolubles, ya sea porque el universo no satisfaga nuestras expectativas de inteligibilidad o porque la mente humana sea incapaz de fabricar un entramado lógico que dilucide todos los fenómenos? El tiempo dirá. De momento, las paradojas sin resol-

ver se atrincheran en la vanguardia de la investigación, en territorios fronterizos que todavía no se han sometido a leyes físicas satisfactorias.

A pesar de que su poder de provocación sea efímero, las paradojas han interpretado un papel determinante en el avance de la física. Han dado la señal de alarma en infinidad de ocasiones, denunciando inconsistencias que se habían pasado por alto y mostrando fisuras en explicaciones consabidas. Aunque se revisitan de un aire enigmático y no apunten el modo de resolver los problemas que suscitan, adquieren un valor incalculable como referencia, ya que se convierten en pruebas que forzosamente habrá de superar cualquier teoría que pretenda destronar a las anteriores. Funcionan así como controles de calidad, que revisan las leyes físicas a la caza de errores, ya sea de las propias leyes o de nuestra forma de interpretarlas. Porque también ponen de manifiesto prejuicios o ideas preconcebidas que a menudo nos acompañan inadvertidamente y que arrojan una sombra sobre las hipótesis que concebimos. Las paradojas se erigen en pruebas de comprensión, sacuden automatismos e inercias y obligan a levantar la vista de las ecuaciones, con una llamada a entender qué quieren decir realmente. También refuerzan convicciones legítimas. Pensadores de extraordinaria perspicacia, como Erwin Schrödinger o Albert Einstein, supieron urdir sofismas ingeniosos a partir de los hilos argumentales de otros científicos, con los que no estaban de acuerdo. Aunque sus adversarios lograron desactivar en última instancia sus paradojas, en el proceso descubrieron consecuencias insospechadas de sus propias ideas o alcanzaron un nivel más profundo en su comprensión.

Cualquier paradoja arma una cadena lógica, que arranca con una serie de premisas. Partiendo de ellas, se compone un argumento que conduce, eslabón a eslabón, hasta una conclusión desconcertante que, o bien contradice alguna de las premisas, o bien desafía un conocimiento bien establecido. Este esquema proporciona un criterio sencillo para clasificar las paradojas dentro de tres grandes categorías.

Dentro de la primera entrarían las paradojas que presentan como mínimo una premisa falsa. La segunda comprendería aque-

llas que albergan algún error en la cadena de razonamientos que enlaza las premisas (ciertas) con la conclusión. Según cómo se dé el paso en falso, distinguiremos aún dos subcategorías:

- La paradoja se formula en un contexto teórico adecuado, que se aplica de manera incorrecta. Incluimos aquí los errores de modelización que, manejando leyes de la física válidas, suprimen aspectos relevantes de la realidad a la hora de representarla, desembocando en resultados absurdos.
- El contexto teórico resulta inapropiado. Puede suceder porque se combinen dos formalismos incompatibles, como el de la relatividad general y el de la mecánica cuántica. Ciertas paradojas surgen cuando se añan dos teorías, con rangos de aplicación diferentes, en un intento por ampliar sus dominios. En las costuras de la unión, asoman las contradicciones. La solución suele exigir abandonar zurcidos y remiendos para, en su lugar, fundar una teoría de nueva planta, más ambiciosa, que, dentro de determinados límites, se reduzca a las anteriores. En esta segunda subcategoría caben también otra clase de contrasentidos, que se derivan de aplicar leyes a fenómenos que caen fuera de su jurisdicción, como sucede al describir el ámbito subatómico recurriendo a la física clásica.

Para concluir, una tercera categoría contempla las paradojas que nunca plantearon un desafío a los expertos. Sus premisas son verdaderas y conducen, a través de un razonamiento ímpoluto, hasta una conclusión cierta. Su factura irreprochable no impide que el sentido común las encuentre disparatadas, debido a prejuicios acerca de cómo debe comportarse la naturaleza, adquiridos a través de una experiencia muy limitada de los fenómenos del universo. Esta categoría es la que mejor se aviene con el origen etimológico de la palabra *paradoja*, que procede del griego *παράδοξα*: «lo contrario a la opinión común». A partir del siglo XIX, el carácter desconcertante de las nuevas leyes de la física hizo que muchos descubrimientos se tacharan de paradójicos. La mecánica cuántica o la teoría de la relatividad exploran ámbitos muy alejados de nuestra experiencia cotidiana. Ningún sinsentido hace peligrar el anda-

miaje de su construcción lógica y cuentan con el aval incontestable de los experimentos, pero, sencillamente, violentan las expectativas de la intuición. Dentro de esta tercera categoría situaríamos también aquellos fenómenos que, a primera vista, quebrantan alguna ley física, impresión que desmiente un análisis más cuidadoso.

Por supuesto, las paradojas se pueden organizar de acuerdo con otros principios, históricos, por ejemplo, o en función del campo de la física en el que uno desee encuadrarlas. Si se atiende a un criterio puramente epistemológico, una clasificación como la esbozada en los párrafos anteriores se antoja más pertinente. No obstante, la mejor manera de introducir la física necesaria para comprender cada paradoja sugiere un orden cronológico, que es el que seguiremos a lo largo del libro.

La literatura científica ofrece un rico catálogo de paradojas. Sin dejarnos llevar por un afán exhaustivo, hemos tratado de escoger las más representativas, ya sea por su relevancia histórica o por su capacidad para llamar la atención sobre aspectos significativos, elusivos por lo común, de nociones físicas fundamentales. Además, hemos revisado algunas de las explicaciones más conocidas, que no siempre arrojan la debida luz sobre las cuestiones que pretendían poner en claro. La resolución de numerosas paradojas que merecen la consideración de clásicas depende de matices en la interpretación y, aun cuando los científicos estén de acuerdo en que ya no suponen ninguna amenaza para las teorías vigentes, a veces siguen discrepando acerca de dónde reside el verdadero quid de la cuestión. De ello da fe el goteo de artículos que, de cuando en cuando, se publican anunciando por enésima vez la exégesis definitiva de paradojas que se consideraban zanjadas hace más de un siglo, cuando no hace milenios. Si algo demuestra un repaso a sus paradojas, es que la física, una disciplina en apariencia impersonal, se ha ido aquilatando desde perspectivas muy diversas. También prueba que el desconcierto, cuando se alía con la curiosidad, se convierte en uno de los grandes motores del conocimiento.