



SPHERELAND

Una Fantasía acerca de
Espacios Curvos y un
Universo en Expansión

DIONYS BURGER

Introducción de **ISAAC ASIMOV**

Traducido por Cornelia J. Rheinboldt

SPHERELAND

SPHERELAND Una fantasía acerca de Espacios
Curvos y un Universo en Expansión

Por D I O N Y S B U R G E R

TRADUCIDO DEL ALEMÁN AL INGLÉS POR Cornelia J. Rheinboldt

INTRODUCCIÓN DE **Isaac Asimov**

VERSIÓN EN ESPAÑOL: Sargont (2019)

© 1965 Dionys Burger
© 1983 Edición en Inglés

Contenido

EINSTEIN SUCEDIÓ

por Isaac Asimov

Prefacio

Una mirada a FLATLAND Una fantasía sobre la cuarta dimensión por A SQUARE

- 1 Flatland y sus habitantes
- 2 Visión de ensueño de Lineland
- 3 La Visita de la Esfera
- 4 Al país de las tres dimensiones
- 5 Deshonrado

SPHERELAND Una fantasía sobre espacios curvos y un universo en expansión por A HEXAGON

PARTE I El Mundo Recto

- 1 Tiempos de cambio
- 2 Alivio de la conciencia de clase
- 3 Exploradores y Viajes
- 4 Los árboles, la vida silvestre y el mar
- 5 El viaje alrededor del mundo
- 6 La Tierra es redonda
- 7 Nochevieja
- 8 La Esfera Reformada

PARTE II Congruencia y simetría

- 9 Pedigrís y Mestizos
- 10 Zapatito Rojo
- 11 Un truco de magia
- 12 Visión de Lineland

13 El caso Vertato

14 Experimentos en Spaceland

PARTE III Mundos Curvos

15 Un rumor

16 La visita

17 Resultados sorprendentes

18 Un problema imposible

19 Triángulos extraños

20 La Facultad

21 Visión de Circleland

22 Revelaciones de la Esfera

23 Problemas

24 El camino más corto

PARTE IV Mundos en Expansión

25 Visiones a Distancia

26 Telemetría

27 Aumentan las distancias

28 En busca de la causa

29 Expansión de Circleland

30 Expansión de Sphereland

31 Milagros en Spaceland

32 Incomprendidos

EINSTEIN SUCEDIÓ

por Isaac Asimov

¿Por qué fue necesario escribir una secuela de *Flatland*?

Flatland, publicado originalmente hacia 1880, es una encantadora fantasía geométrica que, con el pretexto de tratar con criaturas vivientes y pensantes, introduce al lector, sin dolor, en los misterios del pensamiento dimensional. Incluso a ese concepto de "todo pero sin asimilarlo", la cuarta dimensión.

Pero seguramente las fantasías geométricas no están sujetas a la obsolescencia. Triángulos, cuadrados y esferas son hoy lo que eran en 1880 y lo seguirán siendo indefinidamente en el futuro. ¿Por qué, entonces, continuar la historia? ¿Qué más hay que decir?

Por un lado, la *Flatland* original no se trataba sólo de matemáticas. También describió una sociedad en la que se hacían suposiciones casuales con respecto a las diferencias de clase y, en particular, a las mujeres. La convención victoriana de las mujeres como una forma de vida bastante inferior fue aceptada sin lugar a dudas.

En el siglo XX, este punto de vista, insultante y perjudicial, por no decir falso, no pudo ser aceptado, y Dionys Burger, el matemático holandés que publicó *Sphereland* en 1960, se esforzó por neutralizarlo. (¡Bien por él!)

Pero había más. Incluso las matemáticas necesitaban adiciones, porque, aunque un cuadrado sigue siendo un cuadrado, cambios sutiles en nuestra comprensión de cómo pueden ser los cuadrados se producen a medida que ganamos una mejor comprensión del Universo.

Permítanme darles un ejemplo. La Tierra en la que vivimos, en general, parece plana. Es abultado y desigual, por supuesto, con colinas y barrancos, pero no parece haber ninguna inclinación general. Si los desniveles se promedian,

todo sería plano. Al menos eso dicen nuestros ojos. Y como la Tierra *parece* plana, los antiguos pensaron, con considerable justificación, que era plana.

Hoy, sin embargo, sabemos que la Tierra es esférica. Su superficie es curva. La Tierra se ve tan plana como siempre. Nada ha cambiado en lo que a nuestros ojos se refiere, pero nuestra *comprensión* de la Tierra en su conjunto ha cambiado. Sabemos que la superficie es curva, pero tan suave, tan imperceptible, que todavía parece plana. Sin embargo, no podemos decir que es plano, porque si viajamos grandes distancias, entonces un mapa guía dibujado sobre la suposición de que la Tierra es plana nos engañará. Sólo un globo terráqueo, o un mapa que sea plano pero que tenga en cuenta la forma globular de la Tierra, nos conducirá correctamente.

Bueno, el Universo tampoco es plano. Si fuera plano, entonces un rayo de luz que viaja a través del vacío se movería en una trayectoria perfectamente recta. Estaría tan cerca de una línea perfectamente recta como podemos imaginar. Y si hiciéramos que tal rayo de luz produjera un camino visible (como haciéndolo viajar a través de aire nebuloso que dispersaría su luz ligeramente a lo largo de todo su progreso), ese camino ciertamente se vería recto, tal como la Tierra ciertamente se ve plana.

Del mismo modo, el camino del rayo de luz no es *perfectamente* plano. Se desvía ligeramente, muy ligeramente, de la línea recta. Se desvía mucho menos que la superficie de la Tierra se desvía de la planaridad.

Por supuesto, la desviación se acumula. Si imagináramos el camino del rayo de luz muy largo —desde aquí hasta alguna estrella lejana, por ejemplo—, entonces estaría bastante claro que no seguía una línea perfectamente recta. Un mapa del Universo basado en la luz viajando en línea recta no sería exacto y si tratáramos de usarlo como una guía para viajar grandes distancias, nos encontraríamos totalmente extraviados, tal como lo haríamos si tratáramos de usar un

mapa de una Tierra plana para viajar desde los Estados Unidos a Nueva Zelanda.

¿Quién nos dijo que el Universo no era plano, sino curvo?

Fue un científico alemán, Albert Einstein, quien entre 1905 y 1916 ideó una forma totalmente nueva de ver el Universo, una forma que, a primera vista, parecía muy complicada y "contra el sentido común". En parte era que la luz no viajaba en línea recta, sino que seguía caminos que tenían curvas muy leves para ellos.

De la misma manera, la visión de Einstein, por muy absurda que le pareciera a la gente que no estaba preparada para ello, hizo interesantes predicciones que resultaron ser ciertas: que era imposible ir más rápido que la luz en el vacío, que ocurrían ciertos cambios extraños a medida que uno se acercaba a la velocidad de la luz, que la masa y la energía podían ser intercambiadas, y así sucesivamente.

Por supuesto, fue difícil aceptarlo, pero eso no es sorprendente. Imagínese lo difícil que debe haber sido para la gente creer que la Tierra era una esfera cuando podían "ver con sus propios ojos" que era plana.

Cuando pensamos en un cuadrado normalmente, pensamos que está delimitado por cuatro "líneas rectas". Pero esas líneas rectas no existen realmente en nuestro Universo. Cuando dibujamos una línea recta, está realmente ligeramente curvada, porque sigue la curva del Universo tal como lo hace un rayo de luz. La curva es tan leve que, en todas las condiciones ordinarias, podemos ignorarla, pero hoy en día hay situaciones científicas en las que tenemos que tener en cuenta tales curvaturas, o nunca entenderemos por qué el Universo se comporta como lo hace.

Por eso fue necesario escribir *Sphereland* como continuación de *Flatland*. Entre *Flatland* en 1880 y *Sphereland* en 1960, sucedió Einstein, y de repente nos vimos obligados a darnos cuenta de que todas esas líneas rectas con las que siempre hemos tratado con tanta confianza eran un po-

co más complicadas de lo que pensábamos.

Sphereland, a su manera, entonces, es una introducción geométrica al Universo Einsteiniano.

Sin embargo, no temas. No contiene ninguna matemática difícil y no distorsionará tu comprensión. Sigue siendo exactamente lo que *Flatland* era al principio: una agradable fantasía. No tendrás ninguna sensación de “aprendizaje” en absoluto, pero aprenderás lo mismo. No podrás evitarlo. Y cuando termines con Sphereland te darás cuenta de que algún día, si te encuentras con la visión de Einstein, será mucho menos difícil de entender, gracias a lo que has recogido en este libro.

Prefacio

[que no necesita ser leído]

Alrededor de 1880 apareció un libro que inmediatamente se propagó como reguero de pólvora. Su título era *Flatland, una novela de muchas dimensiones, de A Square*, y fue escrito por el Dr. Edwin A. Abbott (nacido en 1838), un educador dotado de cualidades excepcionales que se convirtió en director de una escuela de Londres en 1865. Además de varios libros de texto, escribió algunas obras teológicas, una biografía de Bacon y una gramática shakesperiana que fue muy valorada. Con la aparición de *Flatland*, sin embargo, se ganó una reputación generalizada que ha permanecido firmemente establecida durante muchas décadas y puede que siga haciéndolo durante siglos.

Una de las cualidades sobresalientes del libro es su valor educativo, es decir, que le explica al lego un tema difícil de una manera muy informal y fácil de entender, de modo que pueda captar el tema con una perspectiva que un libro de texto ordinario no podría proporcionar. Sin embargo, no sólo los "legos", sino también los científicos, han disfrutado y siguen disfrutando de esta fantasía, a pesar de que el estilo se ha vuelto bastante anticuado.

En *Flatland* las dificultades de imaginar cualquier idea de la "cuarta dimensión" son retratadas a través de los problemas que A Square, habitante de un mundo bidimensional, tendría al imaginar una tercera dirección perpendicular a sus dos dimensiones.

Siguiendo esta misma línea, el autor de *Sphereland* habla del nieto de Cuadrado, A Hexagon, que se enfrenta a

problemas aún mayores que sólo pueden entenderse asumiendo que el plano en el que vive es curvo y, lo que es aún más confuso, que su mundo bidimensional se está expandiendo. Sería muy difícil explicar estos fenómenos con facilidad en el marco de un libro de ciencia no ficción “popular”, y está claro que la forma de la historia ha simplificado enormemente la tarea. Pero *Sphereland*, al igual que *Flatland*, también va dirigida al científico, quien, esperamos, disfrutará mucho de la historia y sus personajes.

Como este libro es una continuación de la fantasía de Abbott, comienza con un resumen de *Flatland* que hará que muchos lectores quieran leerlo por sí mismos. Afortunadamente, está disponible. ¡Vale la pena leer *Flatland*!

En los días de Abbott la cuarta dimensión sólo podía ser imaginada matemáticamente. Hoy, con la estructura de nuestro espacio en constante discusión, esta dimensión es aún más interesante que en el siglo XIX. Abbott sólo habló de un espacio euclidiano de dimensiones superiores. Deberíamos estar agradecidos de que no incluyera ninguna discusión sobre los espacios no euclidianos: todo se habría complicado innecesariamente. Por la misma razón, el autor de *Sphereland* se ocupa únicamente de los espacios curvos de curvatura positiva regular (curvatura esférica) y no menciona las curvaturas negativas o incluso más intrincadas.

Es posible que, al describir sus inexistentes mundos de fantasía, el autor haya cometido errores sobre las leyes físicas. El campo de la física se está desarrollando muy rápidamente hoy en día. El concepto de un universo en expansión cuyo espacio tridimensional es la superficie de una hiperesfera en expansión ya es bastante obsoleto. Sin embargo, si el autor hubiera tratado de seguir exactamente el curso evolutivo de la ciencia, el propósito principal del libro —dar al lector una idea de los principios de los espacios curvos y en expansión— habría sido derrotado.

La idea de que un hombre tridimensional podría ser “volteado” por la Superesfera y devuelto a su propio espa-

cio sin sufrir serias dificultades debe ser tomada con pinzas. Tal transformación revertiría todos los estereoisómeros, es decir, casi todos los compuestos químicos de su cuerpo, de modo que no podría digerir los alimentos no invertidos y pronto moriría de hambre. El autor permite que la antimateria exista, pero en realidad es destruida por la materia (el efecto es mutuo). No se sabe de manera concluyente qué es la antimateria. Puede ser que se trate de materia "invertida". Si es así, un hombre al revés explotaría instantáneamente.

No debemos ser tan excesivamente escrupulosos a la hora de escribir una fantasía científica como para acabar con el valor de entretenimiento del libro. H. G. Wells y Julio Verne cometieron muchos errores en sus historias científicas, y sin embargo, ¿no son sus productos todavía bastante plausibles? Así, el autor se encuentra en buena compañía.

Sphereland está escrito no sólo para el lector que quiere obtener una idea de los problemas difíciles del espacio, sino también para lectores científicamente entrenados que disfrutarán de esta novela de fantasía a su propio nivel.

Si al leer este libro el lector experimenta sólo una pequeña parte de la alegría que el autor sintió al escribirlo, éste quedará muy satisfecho.

DIONYS BURGER

Zeist, Países Bajos

Una mirada a FLATLAND Una fantasía sobre la cuarta dimensión

por A SQUARE

1 Flatland y sus habitantes

Visualiza un plano chato en el que las figuras geométricas bidimensionales —algo así como sombras, pero con bordes duros y brillantes y brillantes— puedan moverse en todas direcciones, esto es Flatland y sus habitantes.

El país tiene una fuerza gravitacional débil en una dirección llamada sur. La dirección opuesta se considera que es el norte y en el medio, en ambos lados, están el este y el oeste. Esa fuerza permite a los habitantes orientarse.

En algunas zonas moderadas, sin embargo, la fuerza es pequeña. Mientras que la mujer “delicada” puede sentirlo muy fácilmente, el hombre más tosco ocasionalmente tiene problemas con él. Por ejemplo, alguien que viaja fuera de las áreas habitadas puede perder el sentido de la orientación. Si esto ocurriera, tendrá que esperar una tormenta, ya que la lluvia siempre viene del norte.

Las casas se construyen teniendo esto en cuenta. Son pentagonales. TE-C-HO es el techo contra la lluvia. A la izquierda hay una puerta ancha para los hombres, a la derecha una estrecha para las mujeres, que son mucho más delgadas, como veremos.

No se necesitan ventanas en las casas privadas porque hay luz en todas partes en Flatland. Nadie sabe de dónde proviene. ¿Quizás de fuera del plano, en el espacio de las tres dimensiones? Las casas cuadradas y triangulares no están permitidas porque sus esquinas afiladas serían peligrosas para los transeúntes. No debemos olvidar que la visión en Flatland es bastante pobre ya que sus habitantes nunca ven más que una línea y apenas son capaces de distinguir

un ángulo. Los lados de los objetos inanimados emiten muy poca luz y son aún más difíciles para ver. Sólo se permite que las instalaciones militares como fuertes, polvorines, cuarteles y ciertos edificios gubernamentales tengan esquinas más afiladas, si están ubicadas en terrenos no abiertos al público.

La casa de Square. El dormitorio del hombre de la casa está al lado del estudio. La mujer de la casa tiene su propia entrada, la Puerta para Mujeres. Al lado está el dormitorio de la hija, y tres sirvientes están en la cocina.

Los habitantes adultos miden unas 11 pulgadas de largo. Las mujeres tienen la forma de una línea recta con casi ningún ancho; los hombres son triángulos o polígonos. Los hombres menos desarrollados se forman como triángulos isósceles muy puntiagudos con una base de no más de un octavo de pulgada y lados de aproximadamente 11 pulgadas cada uno^{1}. En consecuencia, su ángulo superior es muy pequeño, y como contiene los cerebros (y por lo tanto también es conocido como el "ángulo cerebral"), está claro que tenemos aquí los intelectualmente menos dotados.

A medida que cada generación sucede a la última, el ángulo superior aumenta, proporcionando más espacio para los cerebros. Con el buen comportamiento (y no de otra manera) cada generación sucesiva llega a tener un ángulo superior medio grado mayor que el anterior. El mal comportamiento, o algo peor, puede hacer que un individuo descienda de nuevo uno o más pasos en la escala social.

Siempre que se ha logrado un ángulo vertical de 60°, se verifica primero por un Consejo Sanitario y Social establecido especialmente para tal fin. Cuando la descendencia es certificada como equilátero, se le quita a los padres y es criada por una pareja sin hijos del grupo Equilátero.

El desarrollo avanza muy rápidamente. Los hijos de un Equilátero son cuadrados, sus hijos a su vez son pentágonos (equiláteros), luego hexágonos, etc., hasta que el nú-

mero de lados se ha hecho tan grande que la criatura se parece a un círculo. Entonces se le permite llamarse a sí mismo Círculo y es admitido en la Clase sacerdotal a la que pertenecen todos los dignatarios. Esto está encabezado por el Círculo Supremo.

Los equilaterales constituyen la clase media, compuesta por tenderos, comerciantes y oficinistas. Los "caballeros", funcionarios y eruditos, son cuadrados, pentágonos y hexágonos. Ya están entre la nobleza, los polígonos (con muchos ángulos), que se consideran muy por encima de la clase obrera común de los isósceles.

Los extremadamente subdesarrollados están constantemente en guerra entre sí y las peleas entre estas criaturas de ángulo agudo son a menudo sangrientas. Los Círculos miran esto con considerable satisfacción porque disminuye los peligros de la superpoblación y las rebeliones peligrosas. Sin embargo, ha ocurrido más de una vez que las clases bajas se han rebelado contra la administración. Puesto que los individuos más peligrosos con los ángulos verticales más agudos son también los que tienen los cerebros más pequeños, tal rebelión siempre es liderada por los Isósceles menos agudos. Este hecho fue aprovechado cuando los jefes de los rebeldes fueron operados en el hospital, aumentando su ángulo vertical —que ya era cercano a los 60° — a ese mismo valor, para que pudieran ser admitidos en los rangos superiores. Otros líderes también fueron atraídos al hospital, donde muy traicioneramente fueron hechos prisioneros de por vida o, si no lo hacían pacíficamente, simplemente eran asesinados. Los rebeldes restantes, privados de toda forma de liderazgo, fueron incitados a luchar entre sí para que la rebelión terminara en una fiesta de asesinato mutuo.

Las mujeres tienen forma de línea. Es imposible determinar desde su aparición hasta la casta a la que pertenecen y, por lo tanto, su linaje se controla con cuidado. Un hombre de clase alta no querrá casarse con una mujer de rango in-