

# HIPERESPACIO

Una odisea científica a través de la décima dimensión.

Autor: Dr. Michio Kaku.

Traducción: Gonzalo Pavillard

El Dr. Michio Kaku es profesor de física teórica en el CUNY Graduate Center y el CCNY. Este artículo es una adaptación de su best-seller "Hiperespacio: Una Odisea Científica a través de Universos Paralelos, Curvas del Tiempo y la Décima Dimensión".

## Contenido

- Introducción
- ¿Por que no podemos ver la Cuarta Dimensión?
- Encontrarse con un Ser de una Dimensión Superior
- Místicos y Matemáticos
- Unificando las Cuatro Fuerzas
- Las Cuatro Fuerzas Fundamentales
- Que sucedió antes del big Bang?

## Introducción

¿Existen dimensiones superiores? ¿Están los mundos invisibles más allá de nuestro alcance, más allá de las leyes corrientes de la física? Aunque las dimensiones superiores hayan sido históricamente cosa de charlatanes, místicos y de escritores de ciencia ficción, muchos físicos teóricos creen ahora, no solo que las dimensiones superiores existen, sino que además pueden llegar a explicar algunos de los más profundos secretos de la naturaleza. Aunque queremos aclarar que no existen evidencias experimentales de la existencia de dimensiones superiores, en principio, pueden llegar a resolver el problema esencial de la física: la unificación final de todo el conocimiento físico a un nivel fundamental.

Mi propia fascinación con las dimensiones superiores comenzó pronto durante mi infancia. En uno de mis más felices recuerdos de la infancia permanecía agachado junto al estanque del Jardín del Te Japonés de San Francisco, contemplando hipnotizado las carpas de colores nadando suavemente bajo los nenúfares. En esos momentos de calma, me hacía una pregunta tonta que solo un niño podría hacerse: ¿como ven las carpas en aquel estanque el mundo que les rodea ?. Habiendo pasando su vida entera dentro de aquel estanque, las carpas creerían que su universo consiste de agua y de nenúfares; solo vagamente conscientes de la posibilidad que un mundo extraño existiese justo por encima de la superficie.

Mi mundo escapaba a su comprensión. Me intrigaba que pudiese estar a solo unos centímetros de las carpas y que al mismo tiempo estuviésemos separados por un abismo. Concluí que si hubiese algún científico entre las carpas se mofaría de cualquier pez que propusiese que un mundo paralelo podría existir por encima de los nenúfares. Un mundo invisible más allá del estanque no tendría sentido para la ciencia'.

Una vez imaginé qué ocurriría si de repente agarrase una de las carpas científico y la sacase fuera del estanque. ¿Que pensaría la carpa? La sorprendida carpa científico contaría una historia realmente increíble. Habiendo sido de alguna forma sacada fuera del universo (el estanque) adentro de un misterioso mundo vacuo, otra dimensión con luces cegadoras y objetos de extrañas formas como nunca ninguna carpa había visto con anterioridad. Lo más extraño de todo era la masiva criatura responsable de aquel atropello, que no se parecía en nada a un pez. Sorprendentemente, no tenía aletas ni nada parecido y sin embargo podía moverse sin ellas. ¡Obviamente las leyes normales de la física no eran aplicables en aquel extraño mundo! Durante años me imaginé que éramos como las carpas en aquel estanque, vivimos nuestras vidas felizmente, ignorando otros mundos que posiblemente coexisten con nosotros, riéndonos ante cualquier sugerencia de un mundo.

Todo esto ha cambiado dramáticamente en los últimos años. La teoría de un espacio dimensional superior, antes relegado al ámbito de los charlatanes y los místicos, puede llegar a convertirse en la pieza central a la hora de descifrar el misterio del origen del universo. En el centro de esta revolución conceptual está la idea de que nuestro familiar universo tridimensional es demasiado pequeño para poder demostrar la miríada de fuerzas que gobiernan el universo. El conocimiento detallado de nuestro universo físico llena bibliotecas enteras con montañas de diarios técnicos y montones de libros oscuros y eruditos. Algunos creen que el objetivo último de la física es obtener una ecuación o expresión a partir de la cual toda esta voluminosa información pueda ser derivada desde primeros principios.

Hoy, muchos científicos creen haber encontrado el campo teórico unificado que eludió a Einstein en los 30 últimos años de su vida. La llave consiste en expresar las leyes de la física en un espacio dimensional superior, donde las leyes se hacen simples, unificadas, y elegantes, que encajan como las piezas de un puzzle. Aunque la teoría de un espacio dimensional superior no ha sido verificada (de hecho, sería increíblemente costoso demostrarla experimentalmente) ya se han publicado más de 5.000 escritos relacionados con la teoría de las dimensiones superiores, empezando con el trabajo pionero de Kaluza y Klein en los años 20 y 30 hasta las teorías de la supergravedad de los 70 para llegar finalmente a la superstring theory de los 80 y 90. De hecho, la superstring theory, que postula que la materia consiste de pequeños cordeles vibrando en el hiperespacio, predice el número exacto de dimensiones del espacio y del tiempo: 10.

### **¿Por qué no podemos ver la Cuarta Dimensión?**

Para entender estas dimensiones superiores recordamos que es necesario tres números para localizar cualquier objeto en el universo. Por ejemplo, si quieres quedar con unos amigos en Manhattan, os citais en el edificio de la esquina entre la calle 42 y

la Quinta avenida, en el piso 37. Necesitas dos números para localizar tu posición en un mapa, y otro número para especificar tu localización sobre el mismo. Si os habéis citado a las 10 de la noche, entonces se necesitan cuatro números para especificar el espacio y el tiempo de la cita.

Aunque lo intentemos, a nuestro cerebro le es imposible visualizar la cuarta dimensión espacial. Los computadores, por supuesto, no tienen problema para trabajar en un espacio dimensional  $N$ , pero las dimensiones espaciales más allá de tres son simplemente imposibles de conceptualizar para nuestros cerebros. (La razón de este desafortunado accidente tiene más que ver con la biología que con la física. La evolución del hombre puso como prioridad el ser capaz de visualizar objetos moviéndose en tres dimensiones. Había una presión de selección sobre los humanos que pudiesen esquivar el ataque de un tigre con colmillos de sable o acertar con una lanza a un mamut lanzado a la carga. Dado que los tigres no nos atacan en la cuarta dimensión espacial, simplemente no había ninguna ventaja en desarrollar un cerebro con la habilidad para visualizar objetos moviéndose en cuatro dimensiones).

### **Encontrarse con un Ser de una Dimensión Superior.**

Para entender alguna de las inconcebibles nociones sobre dimensiones superiores, imagina un mundo de dos dimensiones, llamado Planolandia (Flatland en el original como en la novela de Edwin A. Abbot) que se parece a un mundo que existe en la tabla de una mesa. Si un habitante de Planolandia se pierde, podemos registrar rápidamente todo planolandia, mirando directamente dentro de las casas, edificios e incluso en los sitios más escondidos. Si un habitante de Planolandia se pone enfermo, podemos llegar a su interior para operar, sin llegar siquiera a cortar su piel. Si un habitante de Planolandia es encarcelado (un círculo que lo rodea) podemos simplemente levantarlo de Planolandia dentro de la tercera dimensión para volver a colocarlo en otra parte. Si metemos los dedos y los brazos en Planolandia, los habitantes de Planolandia solo verán círculos de carne a su alrededor, constantemente cambiando de forma fundiéndose con otros círculos. Y finalmente si traemos a un habitante de Planolandia a nuestro mundo de tres dimensiones, solo verá secciones bidimensionales, una fantasmagoría de círculos, cuadrados, etc cambiando de forma constantemente y fundiéndose unos con otros.

Ahora imagina que somos habitantes tridimensionales de Planolandia siendo visitados por un ser de una dimensión superior. Si nos perdemos, un ser de estas características puede registrar de un vistazo el universo entero, mirando dentro incluso de los más recónditos escondrijos. Si nos ponemos enfermos, un ser así podría operar en nuestro interior sin necesidad de tocar siquiera nuestra piel. Si estuviésemos en una prisión de máxima seguridad, podría sacarnos a una dimensión superior para colocarnos de vuelta en algún otro lugar. Si un ser de una dimensión superior mete sus dedos en nuestro universo, aparecerían como informes masas de carne sobre nosotros que constantemente se juntan y dividen. Y finalmente, si fuésemos lanzados al hiperespacio, veríamos una serie de esferas, masas informes y poliedros cambiando de forma y color que aparecen y desaparecen misteriosamente.

De esta manera, la gente de dimensiones superiores tendría poderes parecidos a los de un Dios: podrían caminar a través de las paredes, podrían aparecer y desaparecer según su voluntad igual que podrían ver a través de los edificios. Serían omniscientes y omnipotentes. No es raro, por tanto, que esta especulación sobre la existencia de dimensiones superiores haya provocado un enorme interés literario y artístico a lo largo de los últimos cien años.

### **Místicos y Matemáticos**

En *Los Hermanos Karamazov*, Fyodor Dostoyevsky hace que su protagonista, Ivan Karamazov especule con la existencia de dimensiones superiores y geometrías no-euclidianas durante una discusión sobre la existencia de Dios. En la novela de H.G. Wells, *"El Hombre Invisible"*, la fuente de la invisibilidad era su habilidad para manipular la cuarta dimensión. Oscar Wilde, en su novela *"El Fantasma de Canterville"* se refiere a la cuarta dimensión como el mundo donde habitan los fantasmas. La cuarta dimensión aparece también en las obras de Marcel Proust y Joseph Conrad ; inspiró algunas de las obras musicales de Alexander Scriabin, Edgar Varèse y George Antheil. Fascinó a personalidades tan dispares como el psicólogo William James, la figura literaria Gertrude Stein o el revolucionario socialista Vladimir Lenin. Lenin incluso sostuvo una polémica sobre  $N$  dimensiones con el filósofo Ernst Mach en su *Materialismo y Empírico-criticismo*. Lenin alabó a Mach, quien propuso la muy útil e importante cuestión del espacio de  $N$  dimensiones como un espacio concebible, aunque luego le censurase al insistir que el Zar solo podía ser derrocado en la tercera dimensión.

La cuarta dimensión ha tenido un efecto considerable en la evolución del arte moderno. La historiadora de arte, Linda Henderson comenta que la cuarta dimensión y la geometría no euclidiana surgen como uno de los temas más importantes, unificando gran parte del arte moderno. Los artistas han estado particularmente interesados en la cuarta dimensión por las posibilidades de descubrir nuevas leyes de perspectiva. En la Edad Media, el arte religioso se distinguía por su deliberada falta de perspectiva. Los siervos, campesinos y reyes eran representados como si fuesen planos, parecido a como los niños dibujan a las personas. Dado que Dios es omnipotente, pudiendo por lo tanto ver todas las partes del mundo por igual, el arte debía reflejar Su punto de vista, de manera que el mundo tenía que ser representado bidimensionalmente.

El arte del Renacimiento fue una revuelta contra esta perspectiva en la que Dios era el centro de todo. Amplios paisajes, representaciones realistas y en tres dimensiones de las personas, vistas desde el punto de vista del ojo humano, con las líneas de la perspectiva fundiéndose en el horizonte. El arte del renacimiento reflejó la manera en que el ojo humano percibe el mundo desde el punto de vista singular del observador. En otras palabras, el arte del Renacimiento descubrió la tercera dimensión. Con el comienzo de la era de las máquinas y el capitalismo, el mundo artístico se revolvió contra el frío materialismo que parecía dominar a la sociedad industrial. Para los cubistas, el positivismo es una camisa de fuerza que nos restringe a lo que es posible medir en un laboratorio, suprimiendo los frutos de nuestra imaginación. Se preguntaron: ¿Porqué el arte tiene que ser clínicamente realista ? Esta revuelta cubista contra la

perspectiva se apoderó de la cuarta dimensión porque tocó la tercera dimensión desde todas las perspectivas posibles. Puesto simplemente, el cubismo se hizo con la cuarta dimensión. Las pinturas de Picasso son un excelente ejemplo, mostrando un claro rechazo de la perspectiva tridimensional, con las caras de las mujeres vistas simultáneamente desde varios ángulos. En vez de un solo punto de vista, las pinturas de Picasso muestran múltiples perspectivas como si hubiesen sido pintadas por un ser de la cuarta dimensión, capaz de visualizar todas las perspectivas simultáneamente.

### **Unificando las Cuatro Fuerzas.**

Históricamente, los físicos han rechazado la teoría de las dimensiones superiores porque no podían ser medidas y tampoco tenían ningún uso concreto. Pero para comprender cómo al sumar dimensiones superiores se puede, de hecho, simplificar problemas físicos, consideremos el siguiente ejemplo. Para los antiguos egipcios el clima fue siempre un misterio. ¿Qué provocaba las estaciones? ¿Porqué se hacía más caluroso al viajar hacia el sur?. El clima era imposible de explicar desde el limitado punto de vista de los antiguos egipcios, para los cuales la tierra era plana, como en un plano bidimensional. Ahora imagina a los antiguos egipcios viajando al espacio exterior en un cohete, desde donde pudiesen ver la tierra en su totalidad, en su órbita alrededor del sol. De repente las soluciones a estas preguntas serían obvias.

Desde el espacio exterior, resulta claro que la tierra se inclina unos 23 grados sobre su eje en su órbita alrededor del sol. Debido a esta inclinación el hemisferio norte recibe mucha menos luz solar durante una parte de su órbita. Así es que ya que el ecuador recibe más luz solar que las regiones polares del norte o del sur, el clima es más cálido según nos acercamos al ecuador. Resumiendo, las aparentemente oscuras leyes que rigen el clima son fáciles de entender una vez que visualizamos la tierra desde el espacio exterior. De esta manera la solución está en salir al espacio, a la tercera dimensión. Hechos que eran imposibles de entender en un mundo plano se hacen de repente obvios cuando podemos ver una tierra tridimensional.

### **Las Cuatro Fuerzas Fundamentales.**

La excitación en torno a las dimensiones superiores viene dada por el hecho que pueden llegar a ser la llave que unifique todas las fuerzas conocidas. A lo largo de los últimos 2.000 años, los físicos han llegado a la conclusión que nuestro universo está gobernado por cuatro fuerzas fundamentales. Estas fuerzas pueden llegar a ser unificadas en un espacio dimensional superior. La luz, por ejemplo, puede ser concebida como vibraciones en la quinta dimensión. Estas cuatro fuerzas son: La gravedad es la fuerza que mantiene nuestros pies anclados a la tierra y es la ligazón que mantiene unidos al sistema solar y las galaxias. Sin gravedad, seríamos inmediatamente lanzados al espacio a 1.500 kilómetros/hora. Aún más. Si la gravedad no mantuviese unido al sol, este estallaría en una catastrófica explosión de energía.

El electromagnetismo es la fuerza que ilumina nuestras ciudades y da energía a nuestros electrodomésticos. La revolución electrónica, que nos ha dado la bombilla, la

televisión, el teléfono, las computadoras, la radio, el radar, los microondas y los lavaplatos, es un subproducto de la fuerza electromagnética.

La fuerza nuclear es la fuerza que alimenta al sol. Sin la energía nuclear, las estrellas se apagarían y los cielos se quedarían a oscuras. La fuerza nuclear no solo hace posible la vida en la tierra sino que también es la fuerza devastadora que libera la bomba de hidrógeno, que se puede comparar con un trozo de sol traído a la tierra. La weak force es la fuerza responsable de la degeneración radioactiva. En el campo de la medicina nuclear se emplea la fuerza weak en la forma de rastreadores radioactivos.

Históricamente, el descubrimiento del secreto de alguna de estas fuerzas por la ciencia ha cambiado irrevocablemente el curso de la civilización moderna, desde la maestría de la mecánica y la física de Newton al control del electromagnetismo, para llegar finalmente al descubrimiento de la fuerza nuclear. En cierta medida algunos de los más grandes avances en la historia de la ciencia se pueden comprender siguiendo la evolución gradual del conocimiento de estas cuatro fuerzas fundamentales.

Dada la importancia de estas cuatro fuerzas fundamentales, la siguiente pregunta es: ¿pueden ser unidas en una sola fuerza? ¿son las manifestaciones de una realidad subyacente? Dado el fracaso de la investigación en este sentido por parte de los premios Nobel de este último medio siglo, la mayoría de los físicos están de acuerdo ahora que la Teoría del Todo tiene que ser una ruptura radical con todo lo que se ha intentado hasta ahora. El fundador de la moderna teoría atómica, Niels Bohr, asistió en una ocasión a una de las explicaciones de Wolfgang Pauli de su versión de la teoría del campo unificado. Bohr finalmente se levantó para decir "estamos todos de acuerdo en que su teoría es una locura absoluta, lo que nos divide es si es lo suficientemente loca". Hoy, después de décadas de falsos comienzos y frustrantes callejones sin salida, muchos de los más importantes físicos creen que han encontrado finalmente la teoría suficientemente loca como para ser la teoría del campo unificado. Un grupo de científicos en los laboratorios de investigación más importantes del mundo creen haber encontrado al fin la Teoría del Todo. Teoría de campo en dimensiones superiores

Para poder ver cómo las dimensiones superiores ayudan a unificar las leyes de la naturaleza los físicos usan un instrumento matemático llamado la teoría de campo. Por ejemplo, el campo magnético de una barra magnética se parece a una tela de araña que llena todo el espacio. Para describir el campo magnético, introducimos el campo, una serie de números definidos a cada punto en el espacio que describe la intensidad de la fuerza en ese punto. James Clerk Maxwell probó en el siglo pasado que la fuerza electromagnética puede ser descrita por cuatro números en cada punto. Estos cuatro números, a su vez, obedecen a una serie de ecuaciones (llamadas las ecuaciones de campo de Maxwell).

Para la fuerza gravitacional, definida en cuatro dimensiones, el campo requiere un total de 10 números en cada punto. Estos diez números pueden ser ensamblados de la siguiente manera. El campo gravitacional, a su vez, obedece a las ecuaciones de campo de Einstein. La idea clave de Theodor Kaluza en 1920 fue escribir una teoría del campo gravitacional en cinco dimensiones. Kaluza ha redefinido la quinta columna y la quinta fila del campo gravitacional para coincidir con el campo electromagnético. La

característica realmente milagrosa de esta construcción es que la teoría gravitacional de cinco dimensiones se reduce a la teoría original de la gravedad de Einstein más la teoría de la luz de Maxwell. En otras palabras, al añadir la quinta dimensión, hemos unido la luz con la gravedad. En otras palabras, la luz es vista ahora como vibraciones en la quinta dimensión. Este truco es fácilmente extendible. Por ejemplo, si expandemos la teoría de  $N$  dimensiones, entonces el campo gravitacional de  $N$  dimensiones puede ser dividido en la siguientes partes. Surge ahora una generalización del campo electromagnético llamado el campo Yang Mills, que es la fuerza esencial que describe las fuerzas nucleares. De esta manera las fuerzas nucleares pueden ser vistas como vibraciones del espacio en una dimensión superior. Puesto simplemente, al añadir más dimensiones, podemos describir más fuerzas.

A continuación introducimos un nuevo concepto llamado supersimetría que nos permite doblar el número de dimensiones al añadir super-dimensiones. Si estas superdimensiones son añadidas, entonces el campo gravitacional puede ser roto como sigue: (imagen no disponible). La característica increíble de esta construcción es que, con muy poco esfuerzo podemos incorporar los quarks de la física subatómica con el campo gravitacional de Einstein.

### **¿Que sucedió antes del Big Bang?**

Una de las ventajas de tener una teoría de todas las fuerzas es que podemos resolver algunas de las cuestiones más persistentes y espinosas de la física, como el origen del universo y la existencia de wormholes e incluso máquinas del tiempo. La teoría superstring Diezdimensional, por ejemplo, nos da una explicación del origen del Big Bang. En esta teoría, el universo originalmente comenzó como un universo perfectamente diezdimensional con nada en él. De alguna manera, este universo diezdimensional no era estable. El espacio-tiempo diezdimensional original fue finalmente partido en dos, un universo de seis y cuatro dimensiones. El universo dio un salto cuántico a otro universo en el cual seis de las diez dimensiones se enrollaron en una pequeña bola permitiendo a las otras cuatro dimensiones restantes inflarse a niveles inmensos.

El universo cuatridimensional (nuestro mundo) se expandió rápidamente, eventualmente creando el Big Bang, mientras el universo seisdimensional envuelto en una pequeña bola se colapsó hasta un tamaño infinitesimal. Esto explica el origen del Big Bang, que ahora es visto como un efecto secundario de un colapso aun más cataclísmico: la ruptura de un universo diezdimensional en un universo de seis y cuatro dimensiones. En principio, también explica porqué no podemos medir el universo seisdimensional, porque ha encogido hasta un tamaño mucho más pequeño que un átomo. Siendo así, ningún experimento terrícola puede medir el universo dimensional porque se ha enrollado en una bola demasiado pequeña para ser analizada por nuestros más potentes instrumentos. (Esto puede ser decepcionante para aquellos a quienes les gustaría visitar estas dimensiones superiores en vida.) ¿Máquinas del tiempo?

Otra de las cuestiones que más han perdurado trata de los universos paralelos y el viaje en el tiempo. De acuerdo con la teoría de la gravedad de Einstein, el espacio-

tiempo puede ser visualizado como un tejido que puede ser estirado y distorsionado por la presencia de la materia. El campo gravitacional de un agujero negro, por ejemplo, puede ser visualizado como un túnel con una estrella muerta, colapsada en el mismo centro. Una de las cuestiones es que, de acuerdo con las ecuaciones de Einstein, el túnel del agujero negro conecta con un universo paralelo.

Aún más, si el túnel conecta nuestro universo consigo mismo, entonces tenemos un wormhole. Estas anomalías no le preocupaban a Einstein porque se pensaba que el viaje a través del cuello del túnel, llamado el puente Einstein-Rosen, sería imposible (ya que cualquiera que cayese en un agujero negro moriría aplastado). De cualquier manera, con el paso de los años físicos como Roy Kerr o Kip Thorne en Cal Tech han encontrado nuevas soluciones a las ecuaciones de Einstein en las cuales el tirón gravitacional no se hace infinito en el centro. En principio, una nave espacial podría viajar a través del puente Einstein-Rosen a un universo alternativo (o a un punto distante de nuestro universo) sin ser destruida por los intensos campos gravitacionales. Aún más intrigante, estos agujeros pueden ser vistos como máquinas del tiempo. Ya que los dos extremos del agujero pueden conectar dos eras, Thorne y sus colegas han calculado las condiciones necesarias para entrar el agujero en un tiempo y salir por el otro lado en otro tiempo. (a Thorne no le preocupa el hecho que la energía necesaria para abrir el puente Einstein-Rosen excede, en principio, la de una estrella y que está por lo tanto más allá del alcance de nuestra civilización. Para Thorne este es solo un detalle de ingeniería para una civilización suficientemente avanzada en el espacio exterior).

En una serie de papeles, Thorne y sus colegas han examinado cuidadosamente los escenarios de las fantasías de los viajes en el tiempo, como conocer a tus padres antes de nacer. Probaron matemáticamente que un cohete que cayese en un agujero negro podría salir por el otro lado en el pasado y por lo tanto podría encontrarse a si mismo antes de entrar en el. Otros físicos, como Steven Hawking, dudan acerca de esta posibilidad porque los efectos cuánticos (tales como los campos de intensa radiación del túnel) pueden llegar a cerrar el puente Einstein-Rosen. Hawking propuso además una prueba experimental de que las máquinas en el tiempo son imposibles (si existieran, habríamos sido visitados por turistas del futuro). Ambos lados de la controversia acerca del viaje en el tiempo dejan constancia de que finalmente esta cuestión puede llegar a ser resuelta con la Teoría del Todo. Ya que una teoría de campo unificada debe incluir necesariamente la teoría de la gravedad de Einstein así como la teoría cuántica de la radiación, existe la esperanza de que pronto estas cuestiones sean resueltas definitivamente.