

DRAKONTOS

# El mundo como obra de arte

En busca del  
diseño profundo  
de la naturaleza

Frank  
Wilczek

Premio Nobel de Física

CRÍTICA



## Índice

- Portada
- Mención especial
- Dedicatoria
- Instrucciones de uso
- La pregunta
- Pitágoras I: pensamiento y objeto
- Pitágoras II: número y armonía
- Platón I: estructura por simetría; sólidos platónicos
- Platón II: escapando de la caverna
- Newton I: método y locura
- Newton II: color
- Newton III: belleza dinámica
- Maxwell I: la estética de Dios
- Maxwell II: las puertas de la percepción
- Preludio a la simetría
- Belleza cuántica I: música de las Esferas
- Simetría I: el pasodoble de Einstein
- Belleza cuántica II: exuberancia
- Simetría II: color local
- Belleza cuántica III: la belleza del corazón de la naturaleza
- Simetría III: Emmy Noether, tiempo, energía y cordura
- Belleza cuántica IV: en la belleza confiamos
- ¿Una bella respuesta?
- Agradecimientos
- Cronología
- Términos del arte
- Lecturas recomendadas
- Créditos de las ilustraciones
- Ilustraciones
- Notas
- Créditos

Te damos las gracias por adquirir este EBOOK

Visita [Planetadelibros.com](http://Planetadelibros.com) y descubre una nueva forma de disfrutar de la lectura

---

**¡Regístrate y accede a contenidos exclusivos!**

Próximos lanzamientos  
Clubs de lectura con autores  
Concursos y promociones  
Áreas temáticas  
Presentaciones de libros  
Noticias destacadas

---

Comparte tu opinión en la ficha del libro  
y en nuestras redes sociales:



Explora Descubre Comparte



Esta obra fue preparada especialmente para *El mundo como obra de arte* por He Shuifa, un maestro moderno del arte y la caligrafía chinos tradicionales. Es célebre por el vigor y la sutileza de sus pinceladas y por la profundidad espiritual de sus representaciones de flores, aves y escenas naturales. He aquí una traducción simple de la inscripción: «El doble pez del Taiji es la esencia de la cultura china. Esta imagen fue pintada por He Shuifa junto a un lago a principios del invierno». El aspecto juguetón del «doble pez» del Taiji toma vida en la imagen de He Shuifa. El yin y el yang parecen dos carpas que juegan juntas, y se intuyen sus ojos y sus aletas. En Henan, junto al río Amarillo, hay una

cascada llamada Puerta del Dragón. Las carpas de Yulong intentan saltar la catarata, aunque es muy difícil para ellas. Las que lo consiguen se convierten en dragones felices. Con sentido del humor, podemos asociar ese episodio con la transformación de las partículas virtuales en partículas reales, un proceso cuántico esencial que, según se piensa ahora, subyace al origen y la estructura del universo (véase las Láminas XX y AAA). De manera alternativa, podemos identificar a la carpa con nosotros mismos, y sus esfuerzos con nuestra búsqueda del entendimiento.

*A mi familia y amigos:  
respuestas bellas del segundo tipo*

## Instrucciones de uso

- La «Cronología» se centra sobre todo en acontecimientos mencionados o aludidos en el libro. Sirve para lo que sirven las cronologías. No pretenden ser historias completas de nada, y no lo son.
- La sección «Términos del arte» contiene definiciones explicativas y exposiciones de los términos y conceptos clave que aparecen en el texto principal. Como se puede deducir de su extensión, es bastante más que un glosario convencional. Incluye perspectivas alternativas sobre muchas ideas expuestas en el texto, y desarrolla alguna por nuevos caminos.
- La sección «Notas» contiene el material que, en un contexto académico, aparecería como notas a pie de página. Matiza el texto y aporta algunas referencias técnicas adicionales sobre puntos concretos. Y hasta tiene un par de poemas.
- La breve sección «Lecturas recomendadas» no es una lista rutinaria de libros divulgativos, ni de libros de texto, sino un conjunto cuidadosamente evaluado de recomendaciones para profundizar en el espíritu del texto, y centrado en las fuentes primarias.

Espero que ya hayas disfrutado del frontispicio, que marca de forma bella el tono para nuestra reflexión.

También hay unas «Instrucciones de uso»... pero eso ya lo sabías.

## La pregunta

Este libro es una larga reflexión sobre una sola pregunta:

¿Encarna el mundo ideas bellas?

Nuestra pregunta puede parecer extraña. Las ideas son una cosa, los cuerpos físicos otra muy distinta. ¿Qué quiere decir «encarnar» una «idea»?

Encarnar ideas es lo que hacen los artistas. Partiendo de ideas visionarias, los artistas producen objetos físicos (o productos cuasifísicos, como partituras que se convierten en sonido). Nuestra pregunta bella, entonces, es parecida a esta:

¿Es el mundo una obra de arte?

Planteada de esta forma, nuestra Pregunta conduce a otras. Si tiene sentido considerar el mundo como una obra de arte, ¿es una obra de arte lograda? ¿Es el mundo físico, considerado como una obra de arte, bello? Para conocer el mundo físico recurrimos al trabajo de los científicos, pero si queremos hacer justicia a nuestras preguntas debemos reclutar también las percepciones y las contribuciones de los artistas dispuestos a ayudarnos.

## Cosmología espiritual

Nuestra Pregunta es muy natural en el contexto de la cosmología espiritual. Si un Creador energético y poderoso hizo el mundo, tal vez lo que Le —o La, o Les o Lo— impulsó a crearlo fuera hacer algo bello, precisamente. Con todo lo natural que pueda ser esta idea, cabe poca duda de que no es una idea ortodoxa, según la mayoría de las tradiciones religiosas. Al Creador se le han atribuido muchas motivaciones, pero la ambición artística no suele hallarse entre las más prominentes.

En las religiones abrahámicas, la doctrina convencional sostiene que el Creador pretendía engendrar algún tipo de combinación entre la bondad y la rectitud, y crear un monumento a Su propia Gloria. Las religiones animistas y politeístas han concebido seres y dioses que crean y gobiernan distintas partes del mundo con toda clase de motivos, con un espectro que abarca desde la benevolencia hasta la lujuria sin olvidar la exuberancia desprecupada.

En un plano de mayor altura teológica, se dice a veces que las motivaciones del Creador son tan formidables que los finitos intelectos humanos no pueden esperar comprenderlos. En vez de eso, se nos dan revelaciones parciales que debemos creer, no analizar. O, alternativamente, Dios es Amor. Ninguna de estas ortodoxias contradictorias ofrece razones acuciantes para esperar que el mundo encarne ideas bellas; ni insinúan que debemos esforzarnos por hallar esas ideas. La belleza puede formar parte de su narración cósmica, pero suele relegarse a un papel marginal, no al corazón del asunto.

Muchos espíritus creativos, sin embargo, se han inspirado en la idea de que el Creador podría ser, entre otras cosas, un artista cuyas motivaciones estéticas podemos apreciar y compartir. O incluso, ya en una especulación audaz, que el Creador sea *ante todo* un artista creativo. Esos espíritus se han implicado en nuestra Pregunta, de maneras diversas y evolutivas, a lo largo de muchos siglos. Inspirados por ella, han generado una filosofía profunda, una gran

ciencia, una literatura cautivadora y una imaginaria impresionante. Algunos han producido trabajos que combinan varios, si no todos, de esos rasgos. Esos trabajos conforman una veta de oro que recorre oculta nuestra civilización.

Galileo Galilei hizo de la belleza del mundo físico un punto central de su propia fe profunda, y se lo recomendó a todos:

La grandeza y la gloria de Dios brillan maravillosamente en todos Sus trabajos, y puede leerse sobre todo en el libro abierto de los cielos.

... Como también hicieron Johannes Kepler, Isaac Newton y James Clerk Maxwell. Para todos estos buscadores, encontrar la belleza encarnada en el mundo físico, reflejando la gloria de Dios, era el objetivo de su búsqueda. Inspiró su trabajo y santificó su curiosidad. Y, con sus descubrimientos, su fe resultó recompensada.

Aunque nuestra Pregunta encuentra apoyo en la cosmología espiritual, también se sostiene por sí misma. Y por más que su respuesta positiva pueda inspirar una interpretación espiritual, no requiere ninguna.

Volveremos a estos pensamientos hacia el final de nuestra reflexión, cuando estemos mucho mejor preparados para evaluarlos. Entretanto, el mundo puede hablar por sí mismo.

## Aventuras heroicas

Así como el arte tiene una historia, con criterios en desarrollo, asimismo la tiene el concepto del mundo como obra de arte. En la historia del arte, estamos acostumbrados a la idea de que los viejos estilos no están meramente obsoletos, sino que pueden seguir disfrutándose por sí mismos, y también ofrecer un contexto importante para los avances

posteriores. Aunque esa idea resulta mucho menos familiar en ciencia, y aunque en ciencia está sujeta a limitaciones importantes, el enfoque histórico de nuestra Pregunta ofrece muchas ventajas. Nos permite —de hecho, nos fuerza— a proceder de las ideas más simples a las más complejas. Al mismo tiempo, explorando cómo los grandes pensadores lucharon y a menudo se perdieron, ganamos perspectiva sobre la extrañeza inicial de unas ideas que se han vuelto, por la familiaridad, demasiado «obvias» y cómodas. Y, por último, pero de ningún modo menos importante, los humanos estamos especialmente adaptados a pensar de modo argumental y narrativo, a asociar ideas con nombre y caras, y a encontrar persuasivos los cuentos sobre conflictos y su resolución, incluso cuando esos conflictos son de ideas y no se derrama sangre (en realidad, se derrama poca...).

Por estas razones cantaremos, para empezar, canciones de héroes: Pitágoras, Platón, Filippo Brunelleschi, Newton, Maxwell (más tarde una gran heroína, Emmy Noether, hará su entrada también). Esos nombres correspondieron a personas reales, ¡y bien interesantes! Pero para nosotros no son meramente personas, sino también leyendas y símbolos. Los he retratado tal y como pienso en ellos, en ese estilo, anteponiendo la claridad y la simplicidad a los matices académicos. Aquí la biografía es un medio, no un fin. Cada héroe hace avanzar nuestra reflexión varios pasos:

- *Pitágoras* descubrió, en su famoso teorema de los triángulos rectángulos, una de las más fundamentales relaciones entre los números, por un lado, y los tamaños y las formas, por otro. Puesto que el Número es el producto más puro de la mente, mientras que el Tamaño es una característica primaria de la Materia, ese descubrimiento reveló una unidad oculta entre Mente y Materia.

Pitágoras también descubrió, en las leyes de los instrumentos de cuerda, unas relaciones simples y sorprendentes entre los números y la armonía musical. Ese descubrimiento completa una trinidad, Mente-Materia-Belleza, con el Número como cuerda de engarce. ¡Un tema embriagador! Condujo a Pitágoras a conjeturar que Todas las Cosas son Número. Con estos descubrimientos y especulaciones, nuestra Pregunta toma vida.

- *Platón* pensaba a lo grande. Propuso una teoría geométrica de los átomos y el universo, basada en las cinco formas simétricas que ahora llamamos sólidos platónicos. En este modelo audaz de la realidad física, Platón valoraba la belleza por encima de la exactitud. Los detalles de esta teoría son por completo erróneos. Y, sin embargo, aportó una visión tan deslumbrante del aspecto que podría tener una respuesta positiva a nuestra Pregunta que inspiró a Euclides, Kepler y muchos otros hacia unos trabajos brillantes siglos más tarde. De hecho, nuestras teorías modernas y asombrosamente logradas sobre las partículas elementales, codificadas en nuestra Teoría Central (véase **Consumación cuántica**), se fundamentan en unas ideas intensificadas de simetría que seguramente harían sonreír a Platón. Y cuando intento adivinar qué vendrá después, a menudo sigo la estrategia de Platón, proponiendo objetos de belleza matemática como modelos de la naturaleza.

Platón fue también un gran artista literario. Su metáfora de la cueva captura importantes aspectos emocionales y filosóficos de nuestra relación, como interrogadores humanos, con la realidad. En su núcleo está la creencia de que la vida diaria nos ofrece una mera sombra de la realidad, pero que, mediante aventuras de la mente, y una expansión sensorial, podemos acceder a su esencia. Y que la esencia es más clara y bella que su sombra. Platón imaginó un *demiurgo* mediador,

que podría interpretarse como *Artesano*, que traducía el ámbito de las Ideas perfectas y eternas a una copia imperfecta, el mundo que experimentamos. Aquí el concepto del mundo como una obra de arte se hace explícito.

- *Brunelleschi* importó nuevas ideas a la geometría desde las necesidades del arte y la ingeniería. Su *geometría proyectiva*, que trataba de la apariencia real de las cosas, trajo ideas —la relatividad, la invariancia, la simetría— no sola bellas en sí mismas, sino preñadas de potencial.
- *Newton* elevó el entendimiento matemático de la naturaleza a niveles completamente nuevos de ambición y precisión.

Un tema común impregna el trabajo titánico de Newton sobre la luz, las matemáticas del cálculo, el movimiento y la mecánica. Es el método que llamó análisis y síntesis. El método de análisis y síntesis propone una estrategia en dos fases para alcanzar el entendimiento. En la fase de análisis, consideramos las partes más pequeñas de lo que estamos estudiando sus «átomos», en sentido figurado. En un análisis exitoso, identificamos partes pequeñas que tengan propiedades simples que podamos resumir en leyes precisas. Por ejemplo:

- En el estudio de la luz, los átomos son rayos de colores puros del espectro.
- En el estudio del cálculo, los átomos son infinitesimales y sus proporciones.
- En el estudio del movimiento, los átomos son velocidad y aceleración.
- En el estudio de la mecánica, los átomos son fuerzas.

(Más tarde trataremos esto en mayor detalle.) En la fase de síntesis ascendemos, mediante el razonamiento lógico y matemático, desde el comportamiento de los átomos individuales hasta la descripción de sistemas que contienen muchos átomos.

Exponiéndolo de esta forma tan general, el método de análisis y síntesis no parece demasiado impresionante. Está, después de todo, relacionado de forma estrecha con las reglas generales que se usan cada día, como por ejemplo «para resolver un problema complejo, divide y vencerás», lo que malamente supone una revelación electrizante. Pero Newton demandó precisión y completitud de entendimiento, al decir:

Es mucho mejor hacer un poco con certeza y dejar el resto para otros que vengan después de ti que explicar todas las cosas mediante conjeturas sin asegurarse de nada.

Y en los impresionantes ejemplos citados, alcanzó sus ambiciones. Newton mostró de forma convincente que la propia naturaleza funciona por análisis y síntesis. Realmente hay simplicidad en los «átomos», y la naturaleza opera en efecto dejándoles hacer sus cosas.

También Newton, en su investigación del movimiento y la mecánica, enriqueció nuestro concepto de lo que son las leyes físicas. Sus leyes del movimiento y de la gravedad son leyes *dinámicas*. En otras palabras, son leyes del cambio. Las leyes de este tipo encarnan un concepto de belleza diferente de la perfección estática tan amada por Pitágoras y (especialmente) por Platón.

La belleza dinámica trasciende los objetos y fenómenos particulares, y nos invita a imaginar la amplitud de las posibilidades. Por ejemplo, los tamaños y formas de las órbitas planetarias reales no son simples. Tampoco son los círculos (compuestos) de Aristóteles, Pto-

lomeo y Copérnico, ni siquiera las casi exactas elipses de Kepler, sino curvas que deben calcularse numéricamente, como funciones del tiempo, y que evolucionan de maneras complicadas que dependen de la masa y la posición del Sol y los demás planetas. Hay una gran belleza y simplicidad aquí, pero solo se hace totalmente evidente cuando comprendemos el diseño profundo. La apariencia de los objetos particulares no agota la belleza de las leyes.

- *Maxwell* fue el primer físico en verdad moderno. Su trabajo en electromagnetismo dio paso a un nuevo concepto de realidad, y también a un nuevo método de la física. El nuevo concepto, que Maxwell desarrolló a partir de las intuiciones de Michael Faraday, es que los ingredientes primarios de la realidad física no son partículas parecidas a puntos, sino *campos* que llenan el espacio. El nuevo método es la *conjetura inspirada*. En 1864 Maxwell codificó las leyes conocidas de la electricidad y el magnetismo como un sistema de ecuaciones, pero descubrió que ese sistema era incoherente. Como Platón, que metió con calzador cinco sólidos perfectos en cuatro elementos más el universo, Maxwell no se rindió. Vio que, añadiendo un nuevo término, podía hacer que las ecuaciones parecieran más simétricas y a la vez hacerlas matemáticamente coherentes. El sistema resultante, conocido como las ecuaciones de Maxwell, no solo unificó la electricidad y el magnetismo, sino que derivó la luz como una consecuencia, y ha sobrevivido hasta nuestros días como un firme fundamento de esas disciplinas.

¿En qué se inspira la «conjetura inspirada» de los físicos? La coherencia lógica es necesaria, pero apenas suficiente. Más bien fueron la belleza y la simetría las que guiaron a Maxwell y sus seguidores —es decir, a todos los físicos modernos— a acercarse a la verdad, como veremos.