

Andrea Frova

# Por qué sucede lo que sucede



**Alianza** editorial  
El libro de bolsillo

Título original: *Perché accade ciò che accade*  
Traducción de Antonio Beltrán Marí

Primera edición: 1999

Tercera edición: 2017

Diseño de colección: Estudio de Manuel Estrada con la colaboración de Roberto Turégano y Lynda Bozarth

Diseño de cubierta: Manuel Estrada

Fotografía de Lucía Moreno

Reservados todos los derechos. El contenido de esta obra está protegido por la Ley, que establece penas de prisión y/o multas, además de las correspondientes indemnizaciones por daños y perjuicios, para quienes reprodujeran, plagiaran, distribuyeren o comunicaren públicamente, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica, o su transformación, interpretación o ejecución artística fijada en cualquier tipo de soporte o comunicada a través de cualquier medio, sin la preceptiva autorización.

© 1995-2017 Rizzoli Libri S.p.A. / BUR Rizzoli Milano

© de la traducción: Antonio Beltrán Marí, 1999, 2008

© Alianza Editorial, S. A., Madrid, 1999, 2017

Calle Juan Ignacio Luca de Tena, 15

28027 Madrid

[www.alianzaeditorial.es](http://www.alianzaeditorial.es)

ISBN: 978-84-9104-744-5

Depósito legal: M-8.997-2017

Printed in Spain

Si quiere recibir información periódica sobre las novedades de Alianza Editorial, envíe un correo electrónico a la dirección: [alianzaeditorial@anaya.es](mailto:alianzaeditorial@anaya.es)

# Índice

- 11 Presentación de Piero Angela
- 15 Nota del autor
  
- 25 I. Tintes y encantos de la atmósfera: cielo, horizonte, astros, arcoíris
- 65 II. Rozamiento y similares: elementos esencial de la vida
- 59 III. Bichos: gatos, aves, insectos, luciérnagas
- 69 IV. Colores: naturaleza y arte, objetos, atributos cromáticos
- 91 V. Electricidad: radio, rayos, sacudidas y algo más
- 98 VI. Asuntos domésticos: cosas de todos los días, cocina
- 126 VII. Fluidos: sobre todo aire y agua, olas, el vuelo y la vela
- 145 VIII. Luz y visión: la luz y el ojo, bombillas y láser
- 182 IX. Mecánica y espacio: gravedad, choques, muelles, peonzas
- 210 X. Espejismos: visiones aparentes, pero no siempre
- 225 XI. Naturaleza: mar, ríos, nieve, dunas, mareas, clima
- 250 XII. Deporte: saltos, esquí, zambullidas, pelotas, boliches, y de todo un poco

265	XIII. Sonido: instrumentos, música, eco, silbidos y silencios
305	Test para neófitos
317	Respuestas al test para neófitos
329	Glosario
341	Índice analítico

*Dedicado a mi mujer Mariapiera  
y a los amigos/colegas Carlo Bernardini,  
Paolo Camiz y Egidio Longo  
por haber desempeñado egregiamente  
el papel de cobayas*



# Presentación

Una de las cosas más importantes (y más difíciles) en la comunicación es «estimular los cerebros». Es decir, hacer que para el destinatario el mensaje sea no sólo claro, sino también interesante, atractivo. De hecho, ésta es la condición que permite que la corteza cerebral se active, gracias a una serie de estímulos químicos que provienen de las estructuras más profundas y que permiten a un individuo memorizar más fácilmente una información. Es lo que se denomina la «atención».

El libro de Andrea Frova tiene precisamente este mérito. No sólo está escrito de un modo claro (y, ni que decir tiene, científicamente correcto), sino que consigue «estimular» el cerebro del lector hablando de física, química, matemáticas, biología, a través de los hechos de la vida cotidiana. Estamos muy interesados en los hechos de la vida cotidiana (desde la lluvia al avión, del surf a la mayonesa); y observarlos a través de la mirada del cientí-

fico nos permite levantar muchos velos y comprender mejor qué hay debajo. De este modo la curiosidad se convierte en la clave del acceso a una serie de conocimientos, de leyes, de mecanismos, que si fueran presentados a secas resultarían poco atractivos (y poco «iluminadores»).

Pero hay más. Observar el mundo mediante una aproximación científica habitúa también a usar la cualidad más preciosa que tenemos: la inteligencia. En un mundo dominado por la emotividad y, a menudo, por la irracionalidad, es importante habituar al público (partiendo también de los pequeños hechos cotidianos) a comprender de modo más articulado las cosas que nos rodean.

En este libro, Andrea Frova nos muestra que la ciencia está en todas partes, y que basta tener la curiosidad de saber más para abrir de modo placentero, una tras otra, las muñecas rusas del conocimiento.

Accidentalmente, el libro toca algunos aspectos de los llamados fenómenos paranormales que tanto éxito encuentran hoy entre un público desarmado, bombardeado por informaciones periodísticas no contrastadas y, a menudo, falsas. Es evidente que, para muchas personas, es más fuerte el deseo de creer y ver confirmadas las propias esperanzas que el de comprender. Pero, para aquellos que, en la interpretación de la realidad, quieren usar el cerebro y no los sentimientos existe una vía maestra, que es la vía que desde hace siglos usan los científicos para distinguir las ilusiones de la realidad y que se basa en la continua verificación de los hechos.

Un método que, entre otras cosas, permite trazar una frontera entre lo que se sabe y lo que no se sabe (o que no se sabe aún).

De hecho, el mundo está lleno de personas que confunden sus opiniones con la realidad, y que consideran «verdades» lo que simplemente son sus opiniones personales. Es decir, personas que pretenden saber lo que no se sabe. La ciencia, por el contrario, como decía Confucio, consiste en «saber lo que se sabe, no saber lo que no se sabe». Algo realmente muy humilde, pero al mismo tiempo muy docto.

Éste es un libro para todos aquellos que han conservado la curiosidad de descubrir y de aprender. Lo aconsejaría también a muchos docentes para «estimular» el cerebro de sus alumnos, donde una didáctica aburrida a veces corre el riesgo de adormecerlo.

Piero Angela



# Nota del autor

*¡Cuánto más seria, pura y respetuosa sería la vida de muchos hombres si pudieran conservar más allá de la juventud algo de este buscar, de este preguntar el nombre de las cosas!*

Hermann Hesse

Deseo empezar esta nota introductoria con una premisa, casi una declaración de intenciones. En el curso de mi vida jamás me he topado –y conmigo, tampoco las personas que trato– con fenómenos que, de un modo y otro, no hallaran una explicación razonable en las leyes de la naturaleza. Yo mismo he visto platillos volantes y bolas encendidas, he descubierto objetos que cambiaban solos de posición, y transmitido pensamientos a distancia. Pero, ante un examen sosegado y concienzudo, todo se ha reducido puntualmente a una manifestación insólita de fenómenos comunes, a juegos de luz, a coincidencias estadísticamente poco probables pero no imposibles. No he dejado de oír contar a terceros auténticas maravillas, historias que, no obstante, no resistían un examen atento (y competente). En sus transmisiones sobre lo misterioso, que inexplicablemente están tan de moda a

un paso del año 2000, la televisión nos ofrece filmaciones sorprendentes, que a menudo resultan burdos fotomontajes, o nos propone testimonios de honestos ciudadanos, que parecen tan convencidos de lo que dicen como poco convincentes al experto en la materia. En todo caso, por lo que a mí respecta, se trata siempre y únicamente de «haber oído decir» y de muy lejos<sup>1</sup>.

Resulta como mínimo edificante, ante semejante tosquedad, recordar las ideas de Karl Popper, el filósofo austriaco. No existe jamás una idea científica que pueda probarse como definitivamente verdadera por más numerosas que sean las pruebas y verificaciones experimentales que la confirman, decía Popper. Viceversa, un sólo experimento que resulte contrario es suficiente para refutar la idea. En otras palabras, la ciencia avanza úni-

1. A propósito del programa de televisión *Misterios* y de otros similares, la Sociedad Italiana de Física (SIF), que representa a la mayor parte de los físicos italianos en activo en las universidades y en los institutos de investigación en Italia y en el extranjero, ha publicado, bajo la firma de su presidente, Renato Angelo Ricci, la siguiente puntualización (*Il Nuovo Saggiatore*, n° 4, julio-agosto 1994): «No existe evidencia experimental aceptada de ninguno de los fenómenos paranormales citados en el curso del programa. En ninguna revista de física, italiana o extranjera, se ha publicado confirmación alguna de tales fenómenos. Por el contrario, lo cierto es que todos los controles efectuados en laboratorios de física, y publicados en revistas, han atribuido a fraudes, a efectos psicológicos, a fenómenos naturales del todo conocidos o a coincidencias casuales la razón de tales fenómenos... [La Sociedad] critica la actividad de desinformación científica que se está desarrollando en el programa *Misterios*, cuyo objetivo, más que proporcionar una correcta información, parece ser el de llegar a asombrar como sea al espectador. Recuerda que resulta gravemente indecoroso presentar al público como logros científicos noticias periodísticas que, incluso aumentando la "audiencia", no tienen nada que ver con el conocimiento y con el progreso de la ciencia».

camente demostrando la falsedad de ideas más viejas, en busca de teorías de validez más amplia.

En realidad, cualquier acontecimiento es explicable en los límites de los conocimientos actuales o de los que vendrán a añadirseles, a condición de que se afronte con la debida actitud mental. Una actitud que tiene los siguientes presupuestos. Primero, un espíritu poco dispuesto a aceptar verdades no suficientemente documentadas, no clarificadas, no verificadas, sobre todo sin explicación (y a aceptar milagros y estatuillas que lloran). Segundo, la necesaria competencia en una vasta gama de materias, cosa imposible, naturalmente, para la gran mayoría de nosotros. Tercero, la conciencia de la evolución histórica de la ciencia, que hora a hora, día a día, ha transformado el misterio en nociones, que, inicialmente reservadas a los pioneros, progresivamente han pasado a ser del dominio de todos; y toda noción eventualmente criticable, para decirlo con Popper, en otra más válida y duradera. Piero Angela ha rescatado la espléndida frase de Confucio: «Ciencia es saber lo que se sabe, no saber lo que no se sabe». Ésta es la premisa. Ahora pasemos al tema del libro.

En mi experiencia de tres lustros de enseñanza a los estudiantes de Física General del primer ciclo, siempre me ha sorprendido la total separación que existe en sus cabezas entre las leyes y experimentos que trato de explicar y su inserción directa en la realidad vivida todos los días. Sin embargo, no hay argumento en la física clásica que, de un modo u otro, no los haya tocado o los toque de muy cerca: cuando miran una fuente de luz, cuando hacen deporte, o van al mar, o suben una montaña; cuan-

do observan el cielo y los fenómenos de la naturaleza, o escuchan el viento y el trueno, u otros sonidos y rumores, acaso las armonías celestiales de la música, o cuando se ponen a cocinar, o ven funcionando las numerosas máquinas de que disponemos, desde el simple clavo que entra en la madera hasta el satélite artificial que se aventura en el cosmos. Son tan sólo unos pocos ejemplos de los más de doscientos cincuenta que se examinarán en este libro.

Todavía me deprime más el hecho de que esta escisión entre la física de los textos académicos y la física de la vida cotidiana sea más nítida hoy, en los albores del 2000, era de la tecnología avanzada, de una creciente exigencia y capacidad de afrontar los problemas de modo racional, que hace decenios, cuando yo era niño, cuando la impronta humanista en nuestra vida era mucho más relevante y significativa. Decir que, para mí, la coexistencia de fenómenos físicos en nuestra vida cotidiana con la desatención más indolente frente a ellos es motivo de preocupación, es decir poco. Preguntad en clase, naturalmente en el momento adecuado del programa, por qué el sol en el ocaso se ve rojo y deformado, por qué el café exprés es más fuerte que el filtrado, por qué el hielo es resbaladizo, por qué la arena a menudo presenta ondulaciones periódicas, por qué en el microondas no se puede asar, por qué las alas sostienen un avión en vuelo, por qué hay quien sabe romper un ladrillo con la mano... las respuestas son escasas y, sobre todo, inciertas.

Sin embargo, se trata de estudiantes que, *motu proprio*, han querido cursar la carrera de física, y no de letras o derecho. Me pregunto: ¿pero sobre qué bases han hecho

su elección? ¿Acaso es posible que la casi ciencia-ficción de los agujeros negros y de la investigación espacial, o de los experimentos de colisión de partículas con los grandes aceleradores, o de la mítica fusión nuclear, que los *mass media* han rodeado con un aura de sugestión extraterrestre, haya hipotecado tan profundamente sus intelectos como para hacerles olvidar las medidas del tiempo y del espacio en los que están viviendo día a día?

Al final del libro se presenta un test «científico», efectuado hace años entre estudiantes universitarios con mi ilustre colega de entonces, Giorgio Salvini. Su resultado poco edificante es emblemático y justifica mi perplejidad, como justificará, supongo, la de los lectores que quieran examinarlo. Acaso también alguno de éstos me eludirá, porque la incongruencia que he puesto de manifiesto más arriba tiene orígenes seculares y hunde sus raíces en el carácter discursivo y retórico de la cultura de nuestro país. Un tipo de cultura que conduce al aprendizaje estéril y pasivo, renunciando a suscitar, incluso frustrando, cualquier análisis atento y constructivo de los hechos observados, cualquier formulación autónoma de su razón de ser, y sobre todo cualquier exigencia de comprensión, contribución básica de cada uno al progreso colectivo. Instrumentos esenciales si –para decirlo con Kant– nos propusiéramos vivir como si el futuro del mundo dependiese por entero de lo que hacemos individualmente.

Así pues, está claro. Los jóvenes llegan a las universidades sin suponer siquiera que la física pueda colocarse, en nuestra existencia, en el mismo plano que el arte y que la música, como algo que contiene en sí elementos

extraordinarios de belleza y razones de estimación natural. Algo, además, que sirve para adaptar mejor a los individuos a los hechos, enriqueciendo el placer de la contemplación estética con el de la comprensión intelectual. Creo que he conocido sólo poquísimos alumnos que, a los diecinueve años, hubieran recibido esa impronta en las escuelas: aquellos que habían intuido el concepto afirmaban haberlo hecho por sí mismos.

La física, voto a Dios, está lejos de agotarse en la explicación de las miríadas de hechos cotidianos. Este aspecto suyo, en vísperas del año 2000, es más historia que otra cosa, y precisamente como tal debería suscitar un vasto interés: elemento integrante de la cultura, capaz de garantizar una articulación mental más fértil, una metodología de análisis y de síntesis útil para cualquier otra actividad de la vida. A esto todos deberían poder acceder con un bagaje mínimo de leyes fundamentales, tal como provienen de los científicos del siglo XIX. Este libro constituye un intento en tal dirección: creo que sería capaz de probar mi tesis si no tuviera que sortear el eterno prejuicio de que la ciencia es difícil, abierta únicamente a mentes superiores (me pregunto por qué son tan escasos los profesores que no se aplican a combatir este dañino prejuicio).

Por el contrario, la física actual es otro asunto. Se interesa por lo que está por encima de los límites de nuestra percepción sensorial: átomos, núcleos, electrones, partículas elementales, quarks, «objetos» cuya existencia podría ignorar el hombre común, viviendo a pesar de ello feliz y satisfecho. Aquí entramos en el campo profesional, un campo no menos bello que componer música,

pintar cuadros, escalar montañas; pero en todo caso, un campo profesional, en continua transformación, con leyes y experimentos que se renuevan y, a menudo, se contradicen de un día para otro. No resulta de particular utilidad enseñársela a quien no sea físico. ¿Qué enseñanza podría sacar de ella para su vida como hombre y como ciudadano? Sin contar con que la divulgación de conceptos muy especializados es una meta tan ardua que raramente está libre de groseras falsedades.

Volvamos, pues, a la física que puede sernos útil, a la física de nuestra vida cotidiana. Es preciso que un constante goce del saber científico se cultive en las escuelas, de modo que los jóvenes alumnos lleguen a saborear de antemano la apertura de un libro de texto del mismo modo que se tiene una placentera expectativa ante el primer trozo de turrón de Navidad o un nuevo disco. El presente libro, al menos en sus partes más elementales, podría tener esta función, o al menos acompañar, al modo de una antología literaria, el gradual adentrarse del alumno en los meandros de la materia.

A lo largo del libro se sugieren, de modo más o menos explícito, diversos experimentos sencillos que los jóvenes podrían hacer –solos o en grupo– junto con el profesor: desde el pequeño Sol en el ocaso, hecho en casa con una lámpara y una pileta de plástico llena de agua lechosa, hasta el aspersor que simula las gotas de agua en el arcoíris, los rayos divinos obtenidos con un cartón agujereado, el modelo de la habitación distorsionada de Ames, etc.

La lectura de las preguntas y respuestas, con eventual experimentación, bajo la guía de profesores dispuestos a

prestar una voluntariosa contribución, podría significar el primer paso hacia un nuevo modo de entender los objetivos de una enseñanza científica ofrecida a toda la población escolar. Objetivos que deben consistir principalmente en desarrollar metodologías, no en acumular una tras otra oscuras nociones. Si sucediese así durante mucho tiempo, quizás perderían fuerza la multitud de falsas creencias, supersticiones, actitudes irracionales, que todavía cerca del año 2000 parecen constituir el bagaje esencial de la existencia humana.

Para una persona culta, es doloroso ver cuántos de sus iguales, dotados como él de memoria, razón y capacidad potencial de verificación, así como de dignidad, son, sin embargo, engatusados por filosofías mendaces que creen en mitos irreales, que niegan las más elementales evidencias. Durante siglos y milenios, científicos y pensadores han trabajado y producido hipótesis y argumentaciones, a pesar de lo cual nuestra vida ha heredado muy poco de su sabiduría.

Quiero citar en su totalidad, en relación con cuanto he dicho, la bella idea de Hermann Hesse con la que he encabezado la nota, sacada de su novela de juventud *Hermann Lauscher*:

... mi intelecto, que iba despertando, avanzaba sus primeras exigencias y me atormentaba hasta el punto de que a menudo era presa de furiosos ataques de rabia e impaciencia impotente. Me parece que también éste es un pedazo de infancia que después la mayor parte de los hombres pierde, el impulso hacia la verdad, el deseo de una visión de conjunto de las cosas y de sus causas, el apremiante anhelo de armonía y de un do-

minio intelectual seguro. Sufría por las innumerables preguntas sin respuesta, y gradualmente descubrí que para los adultos que interrogaba a menudo mis preguntas eran irrelevantes y mis necesidades incomprensibles. Cada respuesta en la que reconocía una evasiva o, además, el sarcasmo frecuentemente volvía a empujar a mi alma a su edificio de mitos, que gradualmente comenzaba a vacilar. ¡Cuánto más seria, pura y respetuosa sería la vida de muchos hombres si pudieran conservar más allá de la juventud algo de esa búsqueda, de ese preguntar el nombre de las cosas! ¿Qué es el arcoíris? ¿Por qué gime el viento? ¿Por qué los prados se secan, por qué vuelven a florecer? ¿De dónde proceden el viento y la nieve? ¿Por qué nosotros somos ricos y el vecino Spengler es pobre? ¿Adónde va el Sol por la noche?.

El presente libro tiene inevitablemente sus defectos, grandes y pequeños. Primero, respecto al ámbito abarcado; por regla general, he preferido tratar sólo los fenómenos que más o menos todos los lectores han tenido ocasión de ver al menos una vez en la vida. Después, en cuanto a la corrección: a veces las explicaciones provienen más de las reflexiones del autor que de los libros. Son explicaciones generalmente plausibles, pero no siempre las únicas que vienen a la mente. Esto puede considerarse, si se quiere, un valor más que un defecto; de hecho, obligará al lector a estar vigilante, a preguntarse si a la respuesta dada no podría contraponerse otra mejor. En todo caso, el debate era y es el auténtico nervio del aprendizaje.

Los amigos y colegas físicos, citados en la dedicatoria, me han ayudado considerablemente, detectando erro-

res, sugiriendo preguntas, alabando mis esfuerzos. Mi mujer Mariapiera, de formación humanista, ha sido la lectora más diligente. Me parece que concede cada vez menos crédito a la idea —que, por el contrario, es muy corriente en su ámbito de trabajo— de que la física es una isla fuera del mundo. Para mí, esto es una importante victoria anticipada. Les estoy agradecido a todos. También soy deudor de Piero Angela, por haber escrito con entusiasmo la presentación, y de Emanuele Vinassa de Regny, por haberme ayudado en repetidas ocasiones de manera realmente espontánea. Pero debo subrayar lo que sigue: los errores que todavía pudieran seguir presentes en la redacción del texto me deben ser imputados enteramente porque las decisiones finales han sido, en todo caso, fruto de mi voluntad.

# I. Tintes y encantos de la atmósfera

*Sobre nosotros y dentro de nosotros...*

## 1. La bóveda celeste

- *¿Por qué el cielo a nosotros nos parece azul y en cambio resulta negro para un astronauta que está en órbita?*

