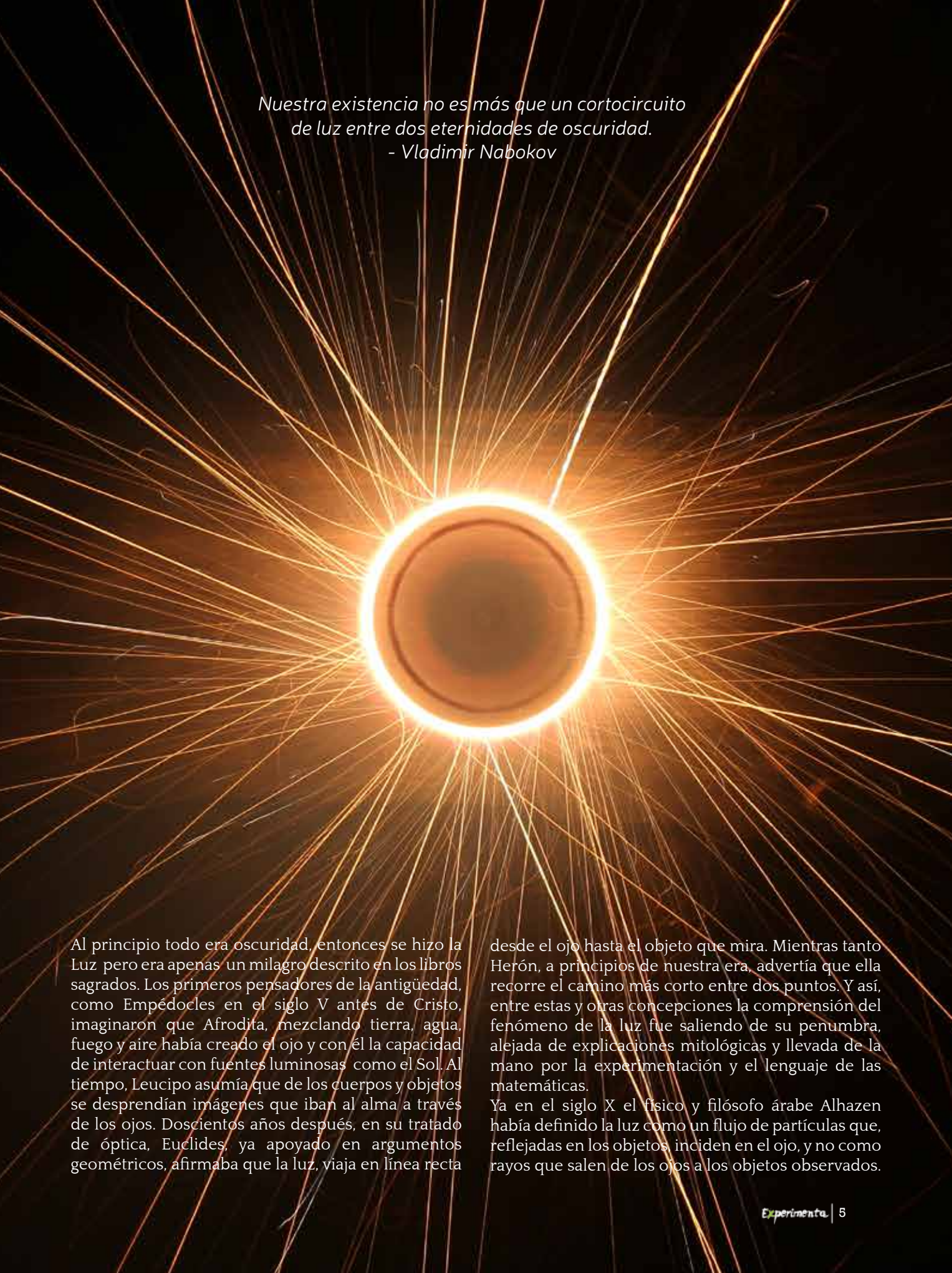




HAY  
UNA  
LUZ...

Por: Heiner Castañeda Bustamante\*

*El Grupo de Física Atómica y Molecular, dirigido por el profesor Jorge Mahecha Gómez, estudia estructuras y espectros atómicos y moleculares y sistemas de pocas partículas confinadas en puntos cuánticos. El Grupo de Fundamentos y Enseñanza de la Física y los Sistemas Dinámicos, busca crear, en su línea de investigación referida a la luz, un laboratorio para realizar los experimentos fundamentales de la teoría cuántica. Su coordinador es el profesor Boris Anghelo Rodríguez.*



*Nuestra existencia no es más que un cortocircuito  
de luz entre dos eternidades de oscuridad.  
- Vladimir Nabokov*

Al principio todo era oscuridad, entonces se hizo la Luz pero era apenas un milagro descrito en los libros sagrados. Los primeros pensadores de la antigüedad, como Empédocles en el siglo V antes de Cristo, imaginaron que Afrodita, mezclando tierra, agua, fuego y aire había creado el ojo y con él la capacidad de interactuar con fuentes luminosas como el Sol. Al tiempo, Leucipo asumía que de los cuerpos y objetos se desprendían imágenes que iban al alma a través de los ojos. Doscientos años después, en su tratado de óptica, Euclides, ya apoyado en argumentos geométricos, afirmaba que la luz, viaja en línea recta

desde el ojo hasta el objeto que mira. Mientras tanto Herón, a principios de nuestra era, advertía que ella recorre el camino más corto entre dos puntos. Y así, entre estas y otras concepciones la comprensión del fenómeno de la luz fue saliendo de su penumbra, alejada de explicaciones mitológicas y llevada de la mano por la experimentación y el lenguaje de las matemáticas.

Ya en el siglo X el físico y filósofo árabe Alhazen había definido la luz como un flujo de partículas que, reflejadas en los objetos, inciden en el ojo, y no como rayos que salen de los ojos a los objetos observados.



Siete siglos más tarde Christiaan Huygens y Robert Hooke la conciben como un fenómeno ondulatorio en contravía de lo que Isaac Newton consideraba eran corpúsculos, que viajaban en línea recta desde los “manantiales luminosos”, naciendo así la controversia acerca de si la luz se comporta como una onda o como un flujo de partículas; controversia de la que no han escapado físicos como Leonhard Euler, Thomas Young, James Clerk Maxwell o Augustin Fresnel, entre otros.

Más allá de que la luz se comporte siguiendo sus propias leyes, a los ojos de sus observadores su comprensión luce tan esquivada y compleja que es objeto de estudio permanente entre científicos que procuran hacervisibles sus zonas oscuras. El profesor de la Universidad de Antioquia Jorge Mahecha, quien dirige el grupo de investigación de Física Atómica y Molecular, es uno de ellos; trabaja con modelos teóricos y cálculos basados en los principios fundamentales que intentan explicar, con el idioma de los números, el comportamiento de la luz: “la luz se propaga con movimiento ondulatorio, pero cuando su longitud de onda es muy pequeña puede considerarse como partícula, así como un chorro de agua es una suma de partículas de moléculas de H<sub>2</sub>O que se mueven una detrás de la otra como granitos minúsculos que se desplazan juntos. Cuando viaja a través de lentes, telescopios, lupas o proyectores, se puede considerar como un chorro de partículas de luz, en donde los efectos ondulatorios no son importantes”, afirma.

Según el profesor Mahecha, el hecho de que la luz actúe como partícula no significa que ésta tenga una masa y pueda ubicarse en el espacio como lo hace una bola

de tenis: “la partícula de luz que es el fotón, no es ubicable, no es posible que se mantenga en reposo ni que su velocidad de 300 mil km/s varíe”, aclara. Además, la luz no es sólo aquella que es visible; existen

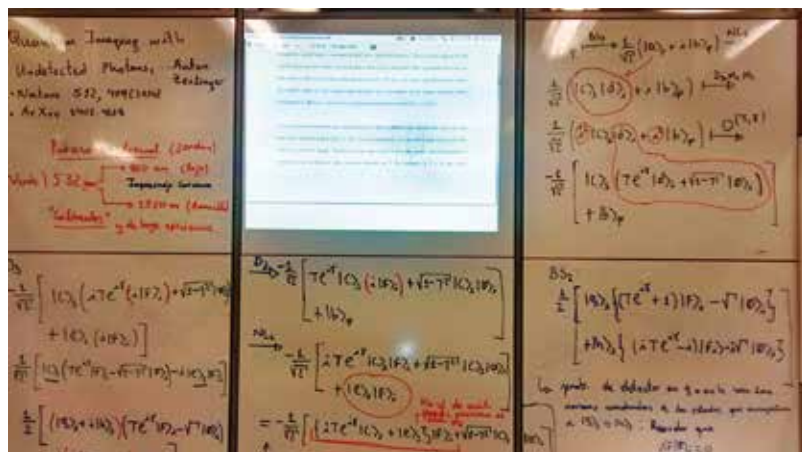
los rayos gamma, los rayos X, la luz ultravioleta, el infrarrojo y las ondas de radio, entre un sinnúmero de manifestaciones

**Según Albert Einstein, la luz que llega a la tierra tardó cierto tiempo propagándose desde su fuente y trae información de la misma. Así, la imagen que nos formamos de una estrella corresponde al pasado. El hecho de que ningún objeto material pueda moverse más rápido que la luz impide tener una “ventana hacia el pasado”.**

electromagnéticas no perceptibles a los ojos pero sí a los instrumentos adecuados. Incluso, la luz puede habitar en la oscuridad, “si esta oscuridad se compara con un tambor o una cuerda de un violín que esperan ser golpeados o excitados, la luz sería la alteración de ese campo-tambor”, reitera Mahecha.

Si bien esa luz de la oscuridad se manifiesta como un campo-tambor a la espera de ser “rasguñado”, necesita de la materia para hacerse visible. El profesor Boris Rodríguez, también integrante del grupo de Física Atómica Molecular y director del grupo de Fundamentos y Enseñanza de la Física, lo explica: “una de las cosas más asombrosas de la luz es que necesita la materia, y la física cuántica se ocupa precisamente de la relación de la luz con los átomos, con la materia. Es la interrelación de la radiación con los objetos. Sin materia no podemos tener evidencia de la luz. Los fotones o los cuantos de luz no pueden interactuar entre sí, a no ser que sean absorbidos por un pedazo de materia y cambien el estado de un átomo. En ese caso podemos decir ‘¡Ah! llegó un fotón que le transfiere una energía y lo transforma’”

En otras palabras, la luz a pesar de no tener masa es capaz de empujar la materia, alterar la velocidad de los átomos y ser sometida a los efectos de la gravedad, lo que para nuestra intuición pareciera imposible si pensamos que solo lo que tiene masa pesa y puede



Desarrollo de los cálculos, durante un seminario con estudiantes de doctorado, del artículo “Quantum imaging with undetected photons” (Nature 512, 409 (2014), 28 de agosto) el cuál demuestra experimentalmente la posibilidad de tomar la fotografía de un objeto con fotones que nunca han interactuado con dicho objeto. Esta posibilidad experimental se da gracias a la manipulación de los estados cuánticos de fotones individuales y de una propiedad cuántica fundamental llamada entrelazamiento. Fotografía cortesía grupo Física Atómica y Molecular.

ejercer otros efectos mecánicos. Es decir, que sólo lo pesado puede ser sometido a la fuerza gravitacional. Es en fenómenos como éste en donde la luz podría lucir contradictoria, pero según los científicos la naturaleza no lo es y la luz mucho menos. Son nuestros modelos mentales los que crean la aparente contradicción.

El carácter “díscolo” de la luz es el principal aliciente de los físicos teóricos y experimentales, porque son conscientes de las múltiples preguntas que se ocultan detrás de su comportamiento y de su relación con todo el universo, como bien lo explica el profesor Rodríguez: “no es posible pensar la naturaleza por separado: por aquí la luz, por aquí la materia. La teoría cuántica nos enseña que siempre están interactuando. No es posible apagar el suiche”. Es más, si se apagara, en los términos de una fuente de luz para provocar la oscuridad, tal ausencia de luz podría ser sólo una apariencia, “porque con los instrumentos adecuados y en presencia de materia se detectaría, pues donde hay materia hay energía”, concluye Rodríguez.

Ya sea que cambie de dirección al reflejarse o que se propague de un medio a otro al refractarse, la luz mantiene su velocidad constante sin que pueda ser superada por otro objeto, lo cual desborda su comprensión si se compara con las propiedades del movimiento de los objetos en la vida cotidiana. Su dualidad onda-partícula reta también al sentido común, lo que significa que éste no es un buen consejero cuando se trata de explicar fenómenos invisibles que están ahí, como los rayos ultravioleta que queman la piel cuando nos exponemos al sol; los infrarrojos que activan vía control remoto los equipos de sonido; los rayos X que nos muestran en la radiografía un hueso roto o las ondas de radio que nos permiten, según la frecuencia, escuchar las tonadas de nuestra emisora favorita.

Ya sea a través de técnicas como la microscopía, que busca hacer visibles los objetos o cuerpos que no logran ser percibidos naturalmente por los ojos, o la espectroscopia, que estudia la interacción de la radiación electromagnética con la materia, la luz se resiste a pasar desapercibida. Se cuela en el cine, la fotografía o la pintura; en el celular, el computador o el televisor; en el microscopio, la impresora o el escáner; en el tomógrafo, el endoscopio o electrocardiógrafo. En resumen, las ondas o corpúsculos de luz nos permiten ver, percibir y descubrir que estamos invadidos de fotones que activan los sentidos, para que se pueda ver con los ojos, con los oídos o con el tacto. Y así se hace la luz cada vez que se descorre el velo del mito primigenio de la oscuridad, cuando de

lo incomprensible surge el conocimiento, cuando la última noción sobre la luz y la ciencia no es todavía la última, porque quedan aún muchas preguntas a la espera de una respuesta diferente a la descripción milagrosa de los relatos bíblicos. ✖

\*Director de comunicaciones, Universidad de Antioquia.

## GLOSARIO:

**Campo electromagnético:** ente físico distribuido en el espacio de manera continua producido por cargas eléctricas estacionarias o en movimiento.

**Corpúsculo:** porción minúscula de materia, tan grande como una mota de polvo o tan pequeña como un electrón.

**Electrocardiógrafo:** aparato que muestra en una pantalla o en un impreso las oscilaciones eléctricas del corazón.

**Endoscopio:** aparato que permite ver el interior del cuerpo enviando luz a lo largo de una fibra óptica.

**Espectroscopia:** técnica que utiliza prismas o rejillas de difracción para descomponer en sus longitudes de onda la luz emitida por los átomos.

**Física atómica:** ciencia de los componentes más pequeños de la materia ordinaria, los átomos, que a su vez contienen núcleos y electrones.

**Fotón:** partícula de luz de cualquier frecuencia.

**Longitud de onda:** distancia para la cual la amplitud de una onda vuelve a tener el mismo valor. Es la periodicidad espacial de la onda.

**Microscopía:** técnica de observación de estructuras no resolubles por el ojo. Puede hacerse con ondas luminosas, con rayos X o con electrones.

**Movimiento ondulatorio:** movimiento que cuenta con periodicidad espacial (longitud de onda) y temporal (período). Sus ejemplos típicos son la luz y el sonido.

**Teoría cuántica:** construcción teórica iniciada por Max Planck en 1900 y que pretende describir las propiedades del mundo microfísico.

**Tomógrafo:** aparato que muestra cortes virtuales de órganos o tejidos usualmente de seres vivos.