

# ÍNDICE

|  |     |
|--|-----|
| PRÓLOGO .....  | 9   |
| INTRODUCCIÓN .....                                     | 11  |
| Capítulo 1   |     |
| HÁGASE LA LUZ .....                                    | 15  |
| <b>Nekane Oroz Bretón</b>                              |     |
| Capítulo 2   |     |
| TODO ILUMINADO .....                                   | 25  |
| <b>Carlos Sáenz Gamasa</b>                             |     |
| Capítulo 3   |     |
| LA AURORAS POLARES .....                               | 51  |
| <b>Antonio Vela Pons</b>                               |     |
| Capítulo 4   |     |
| LOS CRISTALES FOTÓNICOS DEL CAMALEÓN .....             | 61  |
| <b>Ángel María Andueza Unanua</b>                      |     |
| Capítulo 5   |     |
| INFRARROJO: LA HUELLA DIGITAL DE LOS ALIMENTOS .....   | 71  |
| <b>Carmen Jarén Ceballos / Silvia Arazuri Garín</b>    |     |
| Capítulo 6   |     |
| EL EMPUJE DE LA LUZ .....                              | 85  |
| <b>Ambrosio Liceaga Elizalde</b>                       |     |
| Capítulo 7   |     |
| QUÍMICA Y LUZ EN LOS FUEGOS ARTIFICIALES .....         | 97  |
| <b>Pedro José Rivero Fuente</b>                        |     |
| Capítulo 8   |     |
| CREANDO LUZ .....                                      | 107 |
| <b>Silvia Díaz Lucas</b>                               |     |
| Capítulo 9   |     |
| AUTOPISTAS DE LUZ .....                                | 121 |
| <b>María José Erro Betrán / Santiago Tainta Ausejo</b> |     |

|   |     |
|---|-----|
| Capítulo 10   |     |
| LOS COLORES DE LAS LUCES DE CASA .....  | 133 |
| <b>Joaquín Sevilla Moróder</b>  |     |
| Capítulo 11   |     |
| JUEGOS DE LUCES: DE LOS ESPEJISMOS A LA CAPA DE INVISIBILIDAD .....                                     | 145 |
| <b>Miguel Beruete Díaz</b>  |     |
| Capítulo 12   |     |
| CÁMARAS DE THZ: OTRAS FORMAS DE VER LAS COSAS .....   | 161 |
| <b>Iñigo Ederra Urzainqui</b>   |     |
| Capítulo 13   |     |
| LA LUZ COMO HERRAMIENTA .....   | 169 |
| <b>Javier Goicoechea Fernández</b>  |     |
| Capítulo 14   |     |
| «VER» MÁS ALLÁ DE LO VISIBLE: LA IMAGEN DIGITAL .....   | 183 |
| <b>Arantxa Villanueva Larre</b>   |     |
| Capítulo 15   |     |
| CURARSE EN SA-LUZ .....   | 195 |
| <b>Abián Bentor Socorro Leránoz</b>   |     |
| Capítulo 16   |     |
| EL SOL: FUENTE DE LUZ, FUENTE DE ENERGÍA .....  | 211 |
| <b>Gurutze Pérez Artieda / Idoia San Martín Biurrun</b>   |     |
| Capítulo 17   |     |
| LUZ Y OSCURIDAD. CONTAMINACIÓN LUMÍNICA EN EL «AÑO DE LA LUZ» .....                                     | 229 |
| <b>Fernando Jáuregui Sora</b>   |     |
| Capítulo 18   |     |
| <i>CITIUS, ALTIUS, FORTIUS</i> . LA LUZ DEL UNIVERSO, EL LENGUAJE QUE NOS PERMITE<br>IR MÁS LEJOS ..... | 241 |
| <b>Javier Armentia Fructuoso</b>  |     |
| AGRADECIMIENTOS .....   | 257 |
| SOBRE LOS AUTORES .....   | 259 |

## PRÓLOGO

Cuando un grupo de profesores de la Universidad me hizo saber su intención de publicar un libro sobre la Luz, en el que ha sido declarado como su año por la Asamblea General de la ONU, no pude menos que alegrarme. Son, junto a ésta, muchas las iniciativas que han surgido con este motivo desde distintos ámbitos, y muy especialmente desde los científico-tecnológicos y los universitarios en particular.

Y es que la luz, omnipresente en nuestras vidas, se reconoce por todos como algo no solo necesario para esa vida, sino como fuente y origen de la misma, aun a pesar de que la mayoría de las personas no sea capaz de entenderlo o explicarlo en términos científicos. Sin embargo, pocos conocen que esa luz que vemos, o que nos permite ver, no es ni la única posible, ni siquiera la misma que ven todos los seres vivos. Pocos conocen seguramente también que distintas formas de luz y diferentes formas de manipularla permiten que se utilice como mecanismo de transmisión de grandes cantidades de datos, como herramienta quirúrgica, para procesar alimentos o, incluso, como forma de transmisión de energía, sólo por mencionar algunas aplicaciones.

El desconocimiento de todas estas cuestiones, lógico por otra parte, contrasta con el interés que la luz ha suscitado siempre entre científicos y tecnólogos que han dedicado enormes esfuerzos tanto en conocer su naturaleza, como en desarrollar aplicaciones prácticas con indudable éxito. Este texto, cuyo carácter es eminentemente divulgativo, es una buena muestra de ello. En un entorno relativamente pequeño como la Universidad Pública de Navarra, son muchos los investigadores que, desde perspectivas y disciplinas diferentes, trabajan e investigan sobre la luz, o simplemente la «ven» con ojos de científico. Este es uno de los principales valores del libro: la visión multidisciplinar de un mismo fenómeno.

Todos ellos, junto con otros colaboradores, han hecho el esfuerzo de explicar su trabajo con la luz o sus observaciones sobre la misma en términos que resulten asequibles para un lector sin una formación científica. Fenómenos o efectos debidos a la luz sobradamente conocidos son en muchos casos el

vehículo para intentar explicar la naturaleza de ésta, o para entender algunas de sus aplicaciones. En algunos casos, se trata también de mostrar novedosas aplicaciones, o efectos desconocidos para la mayoría.

En este sentido, este texto ha de verse como una contribución de la Universidad Pública de Navarra a la divulgación de la ciencia y a la cultura (científica) de la sociedad. En particular me gustaría que los más jóvenes, nuestros futuros estudiantes, encontraran en sus capítulos cuestiones que despertaran su inquietud científica, o cuando menos su curiosidad por conocer y profundizar en los fundamentos y utilidades de un fenómeno como la luz. En suma, me gustaría, y estoy convencido de que será así, que su lectura resultara iluminadora.

**Alfonso Carlosena**

*Rector de la Universidad Pública de Navarra*

# INTRODUCCIÓN

Con el paso del tiempo, el ser humano está consiguiendo explicar qué es la luz y muchos de los fenómenos que ocurren debido a su presencia. A día de hoy, podemos decir que la luz está compuesta por una serie de partículas energéticas llamadas fotones que se comportan como lo haría cualquier radiación electromagnética. Sin embargo, esta definición es tan solo el colofón de toda una teoría que comenzó a describirse mediado el siglo XIX, a raíz de los descubrimientos de James Clerck Maxwell, y que culminó con la explicación del efecto fotoeléctrico por parte de Albert Einstein a comienzos del siglo XX. Ambos, probablemente, dos de los científicos más importantes de la historia.

En base a los estudios de Maxwell y Einstein se ha conseguido describir un sinfín de situaciones donde la luz es el fenómeno subyacente. En algunos casos, además, estos fenómenos han podido transformarse en numerosas aplicaciones con las que convivimos actualmente en nuestro día a día. En este sentido, cada capítulo de este libro es un «destello de luz» que pretende iluminarnos sobre un determinado campo del saber luminoso.

Encontramos luz en la madre naturaleza, la cual nos proporciona bonitas imágenes y fenómenos relacionados con la iluminación y los colores. Ejemplos de ello son las auroras polares, los cambios de color de determinados animales o el porqué de los colores de las plantas.

En un afán exploratorio y con el fin de adaptar la luz a nuestras necesidades, los humanos hemos conseguido generar luz y jugar con ella. Como resultado obtenemos la creación de fuentes de luz que han ido evolucionando desde las prehistóricas hogueras a los actuales LEDs o láseres, pasando por las bombillas y los fluorescentes. Yendo más allá incluso, utilizamos la luz para comunicarnos, para curarnos o para construir piezas a nivel industrial.

La luz es también fuente de energía. Aquí, en la Tierra, la luz del Sol gobierna la mayoría de los procesos biológicos, produciendo la gran riqueza de nuestros ecosistemas. Pero también podemos aprovecharla para satisfacer

nuestra demanda energética. Gracias al aprovechamiento de la luz del Sol somos cada vez más conscientes de la necesidad de olvidarnos de los combustibles fósiles, cada vez más contaminantes, y de apostar por las energías renovables. Además, mediante la transferencia de energía en su propagación, la luz puede mover objetos, a veces de tamaño astronómico, en lo que podríamos llamar un «efecto empuje».

Pero sigamos echando un vistazo al cielo. Nuestra capacidad de controlar la química de las sustancias nos lleva a obtener bellos colores en los fuegos artificiales, algo con lo que maravillarnos al mirar al cielo nocturno. Un cielo que, por cierto, deberíamos de mantener lo más oscuro posible. Es necesario concienciarse del exceso de iluminación en nuestras ciudades para así evitar una innecesaria contaminación lumínica que nos hace gastar mucha energía y no nos permite disfrutar de las noches y del cielo estrellado.

Nuestro conocimiento sobre la luz ha llegado a ser tan extenso que, a día de hoy, podemos ver donde nuestros ojos no nos permiten ver. Lo que científicamente se conoce como luz es algo más extenso que la luz visible que conocemos, ya que abarca otro tipo de radiaciones más allá del rojo o del violeta. De hecho, podemos extraer información de este tipo de luz «invisible» y aprovecharla para identificar alimentos, para comprobar que no llevamos objetos extraños dentro de la ropa o el cuerpo, para diagnosticar nuestras afecciones o incluso para obtener información de las imágenes que diariamente nos llegan desde el espacio. En ocasiones, además, también podemos jugar con la luz, la información que extraemos de ella o los materiales que la guían. Como resultado, podemos llegar a ser invisibles, crear ilusiones ópticas o esconder información dentro de imágenes que aparentemente son nítidas.

Hurgando entre los 18 capítulos que presentamos en *Destellos de luz*, habrá de todo un poco. A veces, se nos plantearán aspectos más científicos. En ocasiones, serán los hitos históricos los que lleven la voz cantante. Habrá, sobre todo, vanguardia, en aquellas partes donde el conocimiento se haya exprimido al máximo para obtener todo el beneficio posible de la luz. Pero siempre desde un punto de vista descriptivo, divulgativo y asequible para cualquier persona interesada en esto de la luz y, sobre todo, para los estudiantes a los que la universidad ofrece o va a ofrecer sus servicios. Ya habrá tiempo, más adelante, para lidiar con la jerga propia de cada disciplina.

Y sin más preámbulos, pasemos a la acción.

Explicar la fenomenología basada en la luz requiere de una cierta base científica, algo que veremos en adelante. Sin embargo, en ningún libro de ciencias está escrito que no tenga por qué haber una aportación desde el mundo de

las letras. De hecho, la mayor explosión de conocimiento científico de nuestra época comenzó a raíz de las ideas que las magníficas mentes pensantes de finales del siglo XVII tuvieron sobre los saberes, la cultura, el conocimiento, la razón... Fue la época de la Ilustración, también conocida como El Siglo de las Luces, expresión que viene al pelo para los objetivos de este libro. Pero es que yendo a la propia palabra, estudiando su origen y cómo el lenguaje ha sido adaptado en torno a ella, encontramos también relatos, cuanto menos, apasionantes. Es por ello que abrimos este libro con un capítulo dedicado a la palabra: LUZ.

Se abre el telón.