

El 2015 fue declarado por la Asamblea General de las Naciones Unidas como Año Mundial de la Luz y las Tecnologías Asociadas, con el objetivo de celebrar este maravilloso fenómeno y concientizarnos sobre su impacto en nuestra vida cotidiana y la cultura. Con este libro -escrito por tres de sus docentes- el Museo de Física de la Facultad de Ciencias Exactas de la de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) se suma a las conmemoraciones.

Luz Verde fue escrito pensando en personas curiosas pero no especializadas, con el deseo de que sea de interés para aquellos docentes que buscan motivar a sus estudiantes en el aprendizaje de la física.

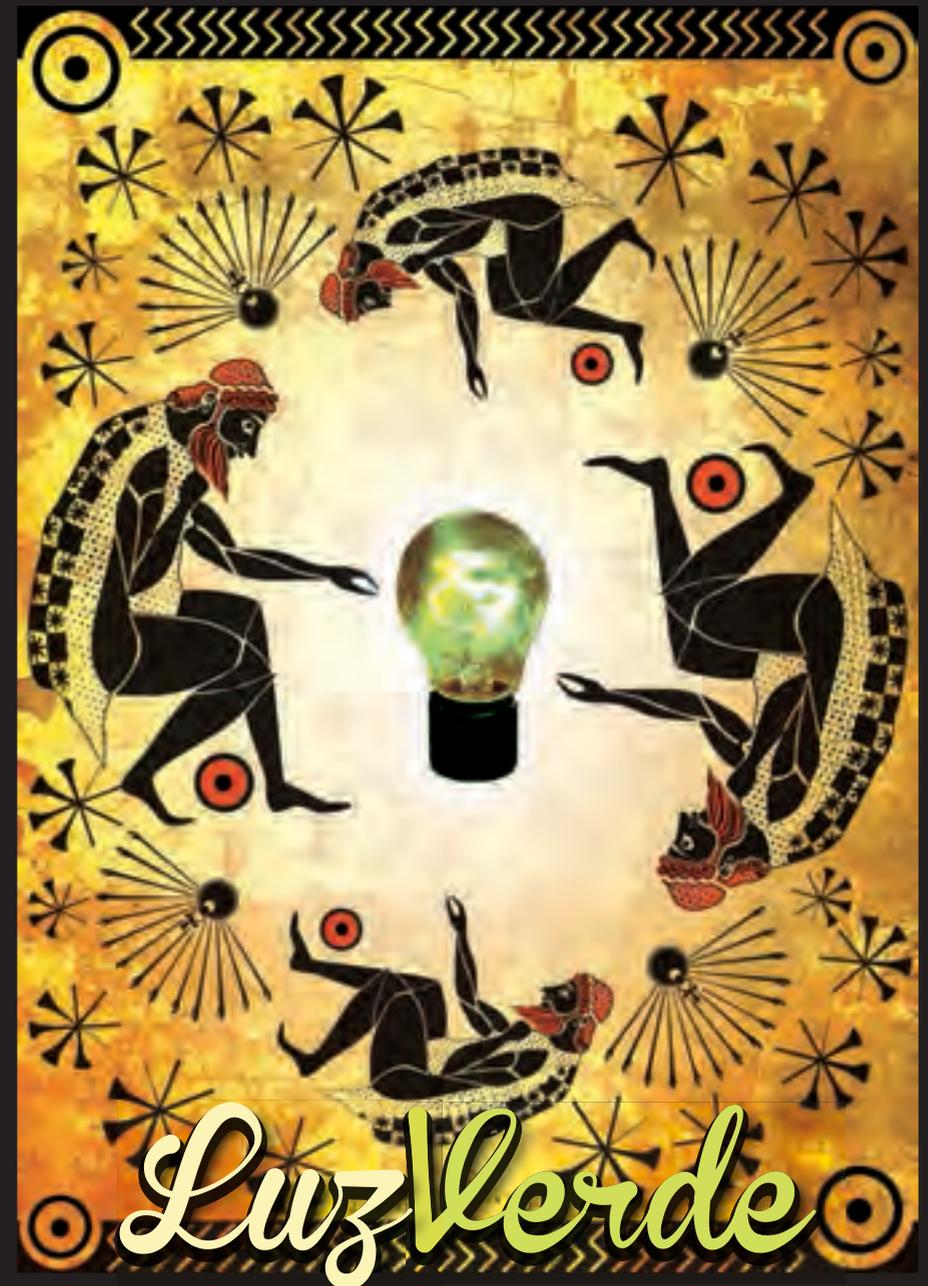
Los contenidos aparecen en este libro abordados desde una perspectiva cultural, histórica y fenomenológica, y están acompañados de producciones artísticas que las autoras hemos considerado de alguna manera relacionadas con la luz. También ofrecemos aquí información sobre investigaciones científicas en temas de óptica que se realizan en nuestro país.

Intentamos además proponer miradas creativas sobre las mismas manifestaciones de la luz, para lo cual contamos con colaboradores especialistas en física y en disciplinas tan variadas como historia, artes plásticas, literatura y didáctica. Además, Luz Verde fue ilustrado por artistas platenses que han extendido nuestras palabras a otros lenguajes.

Cuenta también con un suplemento digital en Internet con material extra, donde pueden encontrarse ilustraciones, fotografías, propuestas de actividades y un repertorio de instrucciones detalladas para la construcción de varios instrumentos demostrativos.

Con Luz Verde invitamos a los lectores a recorrer un camino de ideas e historias sobre la luz.

Luz Verde Miradas y enfoques sobre la luz



Luz Verde

Miradas y enfoques sobre la luz



Facultad de
Ciencias Exactas
SECRETARÍA DE EXTENSIÓN



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA



INSTITUTO DE FÍSICA LA PLATA
CONICET - UNLP



CONICET
LA PLATA

LuzVerde

Miradas y enfoques sobre la luz



Bergero, Paula

Luz verde : miradas y enfoques sobre la Luz / Paula Bergero ; contribuciones de Cecilia Von Reichenbach ; Florencia Cabana ; compilado por Paula Bergero ; coordinación general de Daniel R. Sergnese. - 1a ed ilustrada. - La Plata : Del Instituto IFLP, 2015.

124 p. ; 21 x 15 cm.

ISBN 978-987-24485-7-8

1. Ciencias Físicas. 2. Ciencia y Tecnología. I. Von Reichenbach, Cecilia, colab. II. Cabana, Florencia, colab. III. Bergero, Paula, comp. IV. Sergnese, Daniel R., coord. V. Título.

CDD 535

1era edición

Tirada: 1000 ejemplares

ISBN 978-987-24485-7-8

© 2015

Edita: Instituto de Física La Plata (IFLP, CONICET - UNLP)

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

49 y 115, La Plata (1900), Buenos Aires, Argentina.

Edición especial del Museo de Física / UNLP, en el Año Internacional de la Luz.

Queda hecho el depósito que establece la ley 11.723

Libro de edición Argentina

No se permite la reproducción parcial o total, el almacenamiento, el alquiler, la transmisión o la transformación de este libro, en cualquier forma o por cualquier medio, sea electrónico o mecánico, mediante fotocopias, digitalización u otros métodos, sin el permiso previo y escrito del editor. Su infracción está penada por las leyes 11.723 y 25.446.-

Ilustración de tapa: Lucía Guala

Coordinación editorial: Daniel Sergnese

Diseño: Casiana Rodríguez Negri

*“Luz, luz, luz del alma,
soy un hombre que espera el alba.”*

**Fragmento de la letra de la canción Par Mil de “Divididos”.
Par Mil se refiere a ciertos reflectores de 1000 watts (2000)**

Índice

Prólogo	11
Introducción	15
Agradecimientos	18
Las autoras	19
Capítulo 1 ¡Qué fenómeno la luz!	21
Primeros resplandores: la luz en la antigüedad	22
El quinto elemento	24
Intromisión	25
La alteración de los medios oscuros	26
<i>El aprendizaje de la luz: Ideas infantiles (y no tanto)</i>	27
<i>Por Diego Petrucci</i>	
Y sigue resplandeciendo: la luz en la modernidad	30
Newton, el señor de los anillos	30
Luz + luz = oscuridad	31
Perturbaciones viajeras	32
No todo es relativo	32
Capítulo 2 Desfile de modelos: la mirada de la Física	35
¡Rayos!	37
Idas y vueltas de la luz: Reflexión	37
Espejito, espejito	38
Luz que se transmite: Refracción	39
Lentes	41
<i>Historia de las lentes</i>	41
<i>Por Andrés Dragowski</i>	

Rayos en el ojo	46	Color por transmisión	96
Positivas y negativas	47	Colores estructurales	97
Defectos refractivos en Argentina	48	El color en la cultura	98
Pedacitos de luz: Modelo de partícula	51	El color del cielo, del mar y del sol	99
Una idea Nobel: Efecto fotoeléctrico	53	<i>¿Por qué el cielo es azul?</i>	99
<i>El merengue del fotón</i>	55	<i>Adaptación del artículo de David Jou y Marià Baig (1993)</i>	
<i>Por Damián Gulich</i>		<i>El color del mar</i>	100
¿Qué onda?	57	<i>Por Cecilia von Reichenbach, (2009)</i>	
Ondas en un resorte	59	<i>El color del Sol</i>	100
Ondas electromagnéticas	60	<i>Por Guillermo Abramson (2012) (adaptación)</i>	
Transparencias	65	Láser	102
Sumas y restas: Luz que interfiere	70		
Por aquí y por allá: Difracción	72	Capítulo 4 Historias recientes y no tanto	105
Luz que se orienta: Polarización	75	<i>La supuesta detección de velocidades superlumínicas</i>	
¿En qué quedamos: onda o partícula?	78	<i>de los neutrinos.</i>	107
		<i>Por Gastón E. Giribet</i>	
		Rayos catódicos y materia radiante	109
Capítulo 3 Percepción	81	<i>Adaptación del artículo “Experimentos con rayos que hicieron historia”</i>	109
La visión	81	<i>Por Paula Bergero (2008)</i>	
<i>La luz en el arte. Un ejemplo: el arte cinético</i>	82	Controversias	111
<i>Por Federica Rampf</i>		Consecuencias de los experimentos de Crookes: Rayos X	111
<i>El ojo, el arte, la luz. La obra de Le Parc</i>	83	Radiactividad	113
<i>Por Marcela Andruchow</i>		El electrón	113
Tercera dimensión	85	<i>La luz es ciencia y tecnología</i>	114
No todo es lo que parece	87	<i>Por Alberto Lencina</i>	
Espectro de luz	88	Epílogo	119
El color es un invento del cerebro	92	Referencias	121
Blanco y negro	94	Bibliografía de consulta	123
Color por reflexión	95		

Esta última interpretación encajaba mejor y, por otra parte, los físicos habían intuido ya que la corriente eléctrica se trataba del movimiento de partículas cargadas. La emisión luminosa, nombrada inicialmente como rayos catódicos, fue entonces identificada como las trayectorias luminosas de partículas subatómicas al ionizar el gas. Estas partículas no eran cualesquiera, sino que se trataba de las unidades elementales de la electricidad, dándoseles el nombre de electrones.

La luz es ciencia y tecnología

Por Alberto Lencina

En Argentina existe mucha actividad científica y tecnológica en diversas áreas del conocimiento. Basta visitar el sitio web del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, del CONICET o de las universidades, entre otros, para hacerse una idea de la magnitud y calidad de las labores científicas y tecnológicas desarrolladas por nuestros científicos y tecnólogos. Para dimensionar nuestras capacidades, recordemos que el satélite SAC-D/Aquarius, lanzado en 2011, fue íntegramente diseñado y construido en Argentina. Recordemos también que nuestro país sabe construir reactores nucleares desde hace años; que aquí se fabrican láseres prácticamente desde que se supo cómo construir el primero hace más de cincuenta años; que científicos argentinos participan de experimentos internacionales como los que buscan la “partícula de Dios”, y muchos más.

Si bien la génesis de la investigación científica en el área se remonta a un siglo atrás, no vamos a entrar en detalles históricos y nos concentraremos en lo que se hace hoy en día en investigación y desarrollos tecnológicos en temas relacionados con la luz: espectroscopía, óptica, láseres, fotofísica⁹, y fotónica¹⁰. En nuestro país hay una comunidad de alrededor de 200 personas que trabaja en esas áreas. Desde Salta hasta Bariloche, pasando por Tucumán, Corrientes, Rosario. Sin olvidarnos de Neuquén, Campana y Tandil, y teniendo presente a Buenos Aires, La Plata y Villa Martelli. En to-

9 La fotofísica estudia la interacción de los materiales con las ondas de luz visible y ultravioleta.

10 La fotónica es un área de la física análoga a la electrónica, pero en vez de basarse en corrientes de electrones lo hace en corrientes de fotones. Por ejemplo, los lectores de código de barras son instrumentos fotónicos.

das esas ciudades podemos encontrar científicos y tecnólogos trabajando con la luz.

La luz sirve para llevar y traer información. Esa información puede que “alguien” se la dé, puede que sea la información de la misma fuente de luz, o del lugar por donde pasó. Pero la luz no sólo sirve para eso: con luz se puede ocultar información, se puede cortar acero, se pueden generar y atrapar partículas muy pequeñas, y mucho más. Con luz se pueden medir distancias, temperatura, presión, rotaciones, vibraciones.

Si bien hay luces de muchos tipos (blanca, azul, verde, intensa y tenue, “cálida” y “fría”), existe un tipo de luz que se destaca entre todos los demás: el láser. Éste se caracteriza por tener un color bien definido y porque su luz se propaga como un “rayo” en forma recta. El primer láser se construyó hace poco más de 50 años y ha propiciado una revolución en el mundo de la ciencia y la tecnología ¡y en nuestra vida también! Argentina no quedó afuera de esa tendencia y ha construido y manipulado el láser desde entonces. Actualmente se estudia la forma de generar nuevos tipos de láseres en distintas configuraciones. Además, el láser es muy usado en diversos estudios y aplicaciones. En los próximos párrafos repasaremos para qué se lo emplea y qué se estudia o desarrolla con él.

Cuando alguien “pone” información en un láser, seguramente está intentando comunicarse, y hoy en día, aunque no lo notemos, gran parte de nuestras comunicaciones se realizan con láseres: llamadas telefónicas de larga distancia, televisión internacional, internet. Esas comunicaciones se realizan mediante el empleo de “cables de luz”: las fibras ópticas. En Argentina, los científicos estudian estrategias para mejorar y aumentar el volumen de las comunicaciones.

Pero las fibras ópticas no sólo sirven para comunicarse, sino también para extraer información de qué es lo que pasó en su entorno. Con esa idea, los tecnólogos argentinos desarrollan sensores de temperatura, presión y deformaciones basados en fibras ópticas.

Sin embargo, el láser no solo viaja por estos “cables de luz”, sino que también lo hace por el aire. Y justamente estudiando la luz que viaja por el aire es que se puede conocer un poco de lo que le está pasando a ese aire y un

poco de lo que tiene. Lo que le “está pasando al aire” tiene que ver con las turbulencias, los vientos, y eso importa, por ejemplo, cuando uno quiere saber cuánto afecta la atmósfera a las comunicaciones con láser. ¿Por qué nuestros científicos investigan ese tipo de comunicaciones? Porque utilizando láseres uno podría comunicarse más eficientemente con satélites como el SAC-D/Aquarius, o los futuros satélites argentinos, permitiendo recuperar mucha más información de sus instrumentos de medida. Por otro lado, cuando nos referimos a lo que “el aire tiene” hablamos de su composición: gases, partículas, nubes. Esos estudios permiten determinar, entre otras cosas, concentraciones de ozono y otros gases, y la altura de las nubes. Informaciones muy importantes para determinar el “estado de salud” de nuestra atmósfera.

Por eso, en Argentina existen dos estaciones (una en Villa Martelli y otra en Río Gallegos) integradas a una red mundial que monitorean continuamente nuestra atmósfera.

Y si de satélites hablamos, el láser no se queda afuera. En el SAC-D/Aquarius se incorporaron giróscopos láser construidos íntegramente aquí por nuestros tecnólogos. Y hay más desarrollos: actualmente se estudian técnicas láser para medir desplazamientos y distancias que van desde los kilómetros hasta la cien milonésima parte de un metro! Además, se están investigando técnicas que, utilizando fotones, podrían hacer que las computadoras calcularan muchísimo más rápido que las actuales y, al mismo tiempo, que la transferencia de datos sea considerablemente más segura. También se está montando una pinza óptica, que permitirá atrapar partículas de una millonésima de metro, y evaluándose distintas configuraciones que permitirán desplazar y hacer rotar tales partículas.

Así como se quema un papel cuando se enfoca sobre él la luz del sol con una lupa, si se hace incidir un pulso láser muy intenso y breve (¡de una cien millonésima parte de un segundo, o menor aún!) sobre un material, se produce la ablación del mismo por calentamiento, y se emite luz y sonido. La luz da cuenta de la composición química del material y el sonido es característico de su superficie. Así se ha desarrollado un instrumento para determinar la limpieza de superficies y se están diseñando otros para identificar la composición de recubrimientos. ¡Ambos desarrollos, realizados íntegramente por científicos y tecnólogos argentinos, y únicos en el mundo!

Como el láser permite concentrar una gran cantidad de energía en un punto en un tiempo muy pequeño, toda esa energía puede ser usada para cortar. Entonces, el láser se usa para cortar láminas de acero, plástico y madera de interés industrial o comercial, como así también para realizar perforaciones o partículas de menos de una millonésima de metro, o realizar cirugías oftálmicas. ¡Sí! ¡Todo eso en Argentina!

Pero no toda la luz es láser. Cuando los materiales emiten o absorben luz, lo hacen con un conjunto de colores característicos de su composición y estado. El análisis de esa luz se llama espectroscopía. Actualmente, hay diversos grupos de científicos que utilizan la espectroscopía para estudiar materiales, partículas, gases, reacciones químicas, etc. Además, los materiales pueden reflejar la luz de una forma muy particular que no tiene que ver con su composición o estado, sino con la estructura sub-microscópica de su superficie. Ese es el caso de algunos escarabajos o mariposas cuyos colores son iridiscentes. Esas estructuras naturales son estudiadas por nuestros científicos para comprenderlas y, potencialmente, aplicarlas en desarrollos tecnológicos.

Y si de iluminar y reflejar se trata, la iluminación de nuestros hogares, de las calles, rutas y autopistas, es un tema que ocupa a muchos científicos y tecnólogos. Hay científicos que continuamente estudian cuál es el mejor tipo de iluminación para desempeñarnos en las tareas hogareñas, ya sea estudiar, cenar o disfrutar de un momento en familia. Al mismo tiempo, hay tecnólogos encargados de desarrollar y fiscalizar los esquemas de iluminación exterior para hacer un uso racional de la energía sin comprometer la seguridad de transeúntes ni automovilistas.

Esto y mucho más es lo que ocupa a científicos y tecnólogos que trabajan en temas relacionados con la luz con una dedicación denodada hacia un único objetivo: ¡trabajar para mejorar la calidad de vida de todos los argentinos!