



OFF / ON



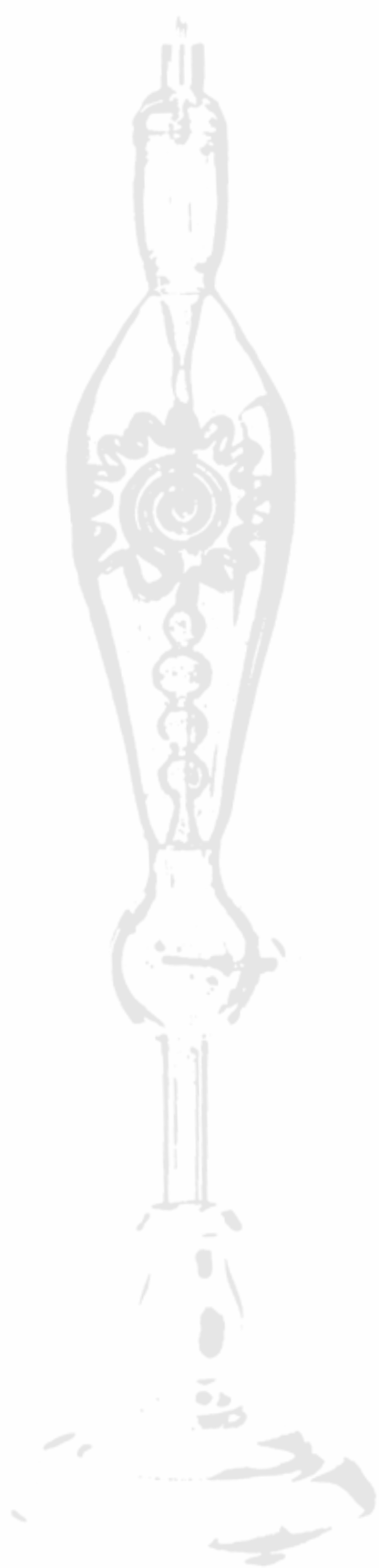
Para mirar al futuro con optimismo en tiempos turbulentos es oportuno recordar ejemplos del pasado en los que una persona decididamente emprendedora consiguió, en circunstancias difíciles, crear un tejido productivo mediante la innovación, proporcionando, al mismo tiempo, unos productos y servicios que mejoraron las condiciones de vida de la sociedad en la que vivía.

Es sin duda el caso de Mónico Sánchez, que, tras su estancia en Estados Unidos en los primeros años del siglo XX, fue capaz de establecer una actividad empresarial destinada a la fabricación de aparatos eléctricos en su pueblo natal de Piedrabuena, en la Mancha, en un lugar alejado de las zonas industriales más dinámicas del país.

Probablemente, Mónico Sánchez será recordado por la fabricación de su aparato portátil de rayos X, por el que fue condecorado por el gobierno francés durante la primera guerra mundial, pero "OFF-ON" se centra en algo muy distinto, en su diseño de tubos de vacío destinados a la enseñanza.

Frank Zappa hizo famosa la frase "escribir de música es como bailar de arquitectura". En línea parecida, el mejor modo de realzar esos tubos de vacío es simplemente mostrando sus fotografías y no explicándolos porque la belleza es para ser disfrutada y sentida, nunca para ser descrita. Las imágenes vienen acompañadas de breves textos científicos y literarios que buscan ampliar la capacidad de sugerencia que tiene por sí misma la investigación científica.

Ministerio de Ciencia e Innovación



ON



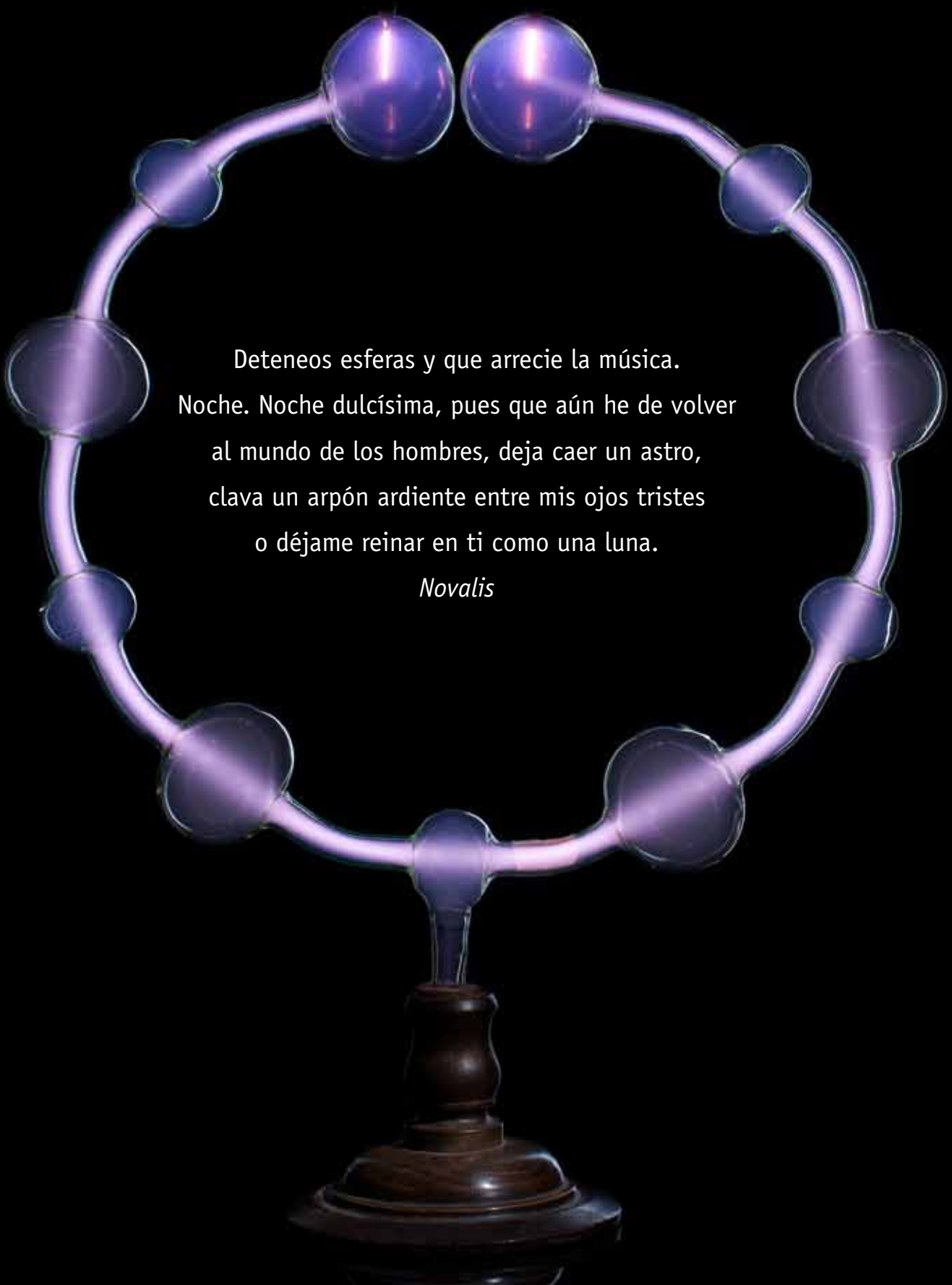


Siempre buscamos  
la realidad  
detrás de la apariencia  
y lo que permanece  
detrás  
de lo que es transitorio.

*Max Planck*







Deteneos esferas y que arrecie la música.  
Noche. Noche dulcísima, pues que aún he de volver  
al mundo de los hombres, deja caer un astro,  
clava un arpón ardiente entre mis ojos tristes  
o déjame reinar en ti como una luna.

*Novalis*





Bien llegada seas, dulce luz del crepúsculo que te filtras en este santuario penetrándolo. Apodérate de mi corazón, dulce pena de amor, que vives consumiéndote en el rocío de la esperanza.

*Goethe*

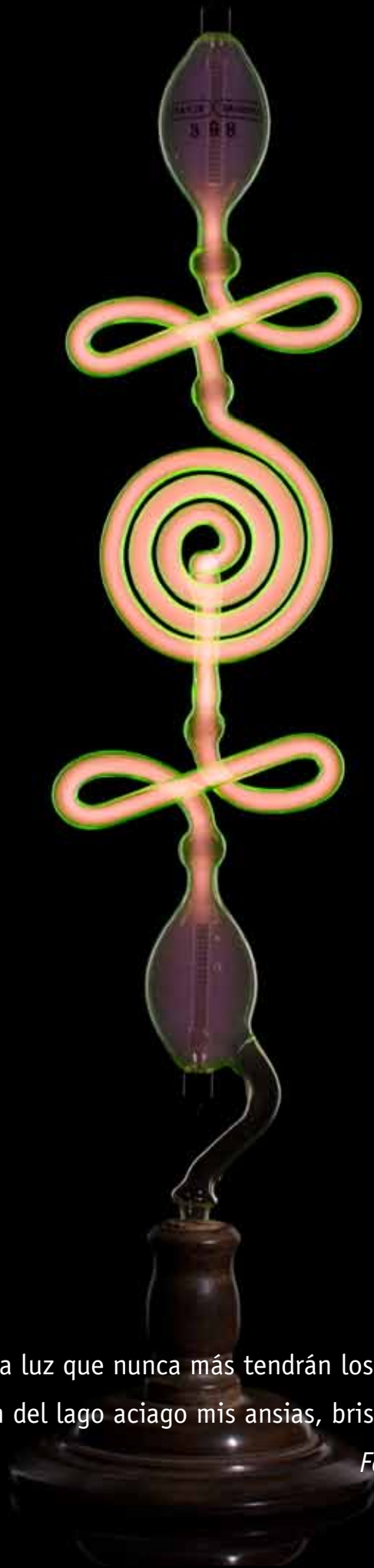


Toda nuestra ciencia, comparada con la realidad,  
es primitiva e infantil.

*Albert Einstein*







Y mi alma es aquella luz que nunca más tendrán los candelabros...  
¿Y qué quieren del lago aciago mis ansias, brisas fortuitas?...

*Fernando Pessoa*







El ladrón  
se olvidó  
la luna en la ventana.  
*Ryokan*





Lo que irradia singularmente es la maravillosa luz;  
Es libre de la esclavitud de asuntos y de sentimientos.  
No está apegada a las palabras ni a las letras.

*Shen Tsan*





A fugitivas sombras doy abrazos;  
en los sueños se cansa el alma mía  
*Francisco de Quevedo*



La virtud no teme a la luz, antes desea venir siempre a ella;  
porque es hija de ella, y criada para resplandecer y ser vista.

*Fray Luis de León*



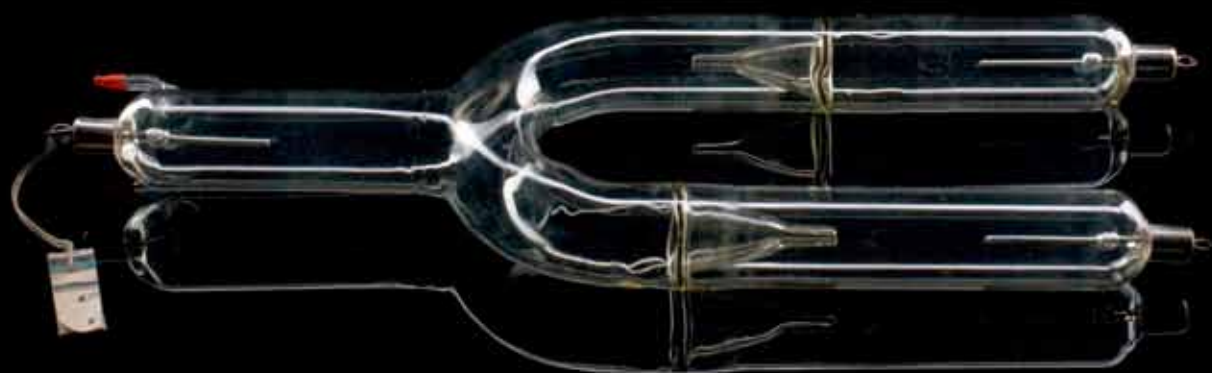




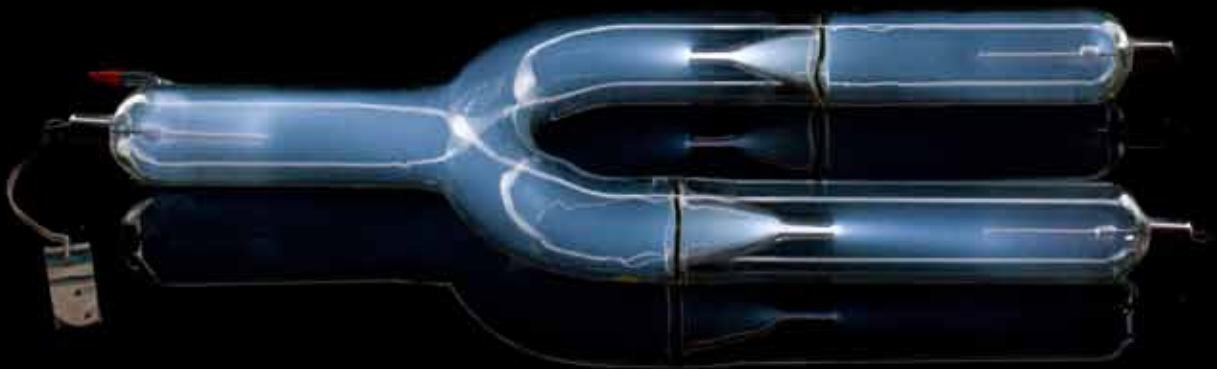


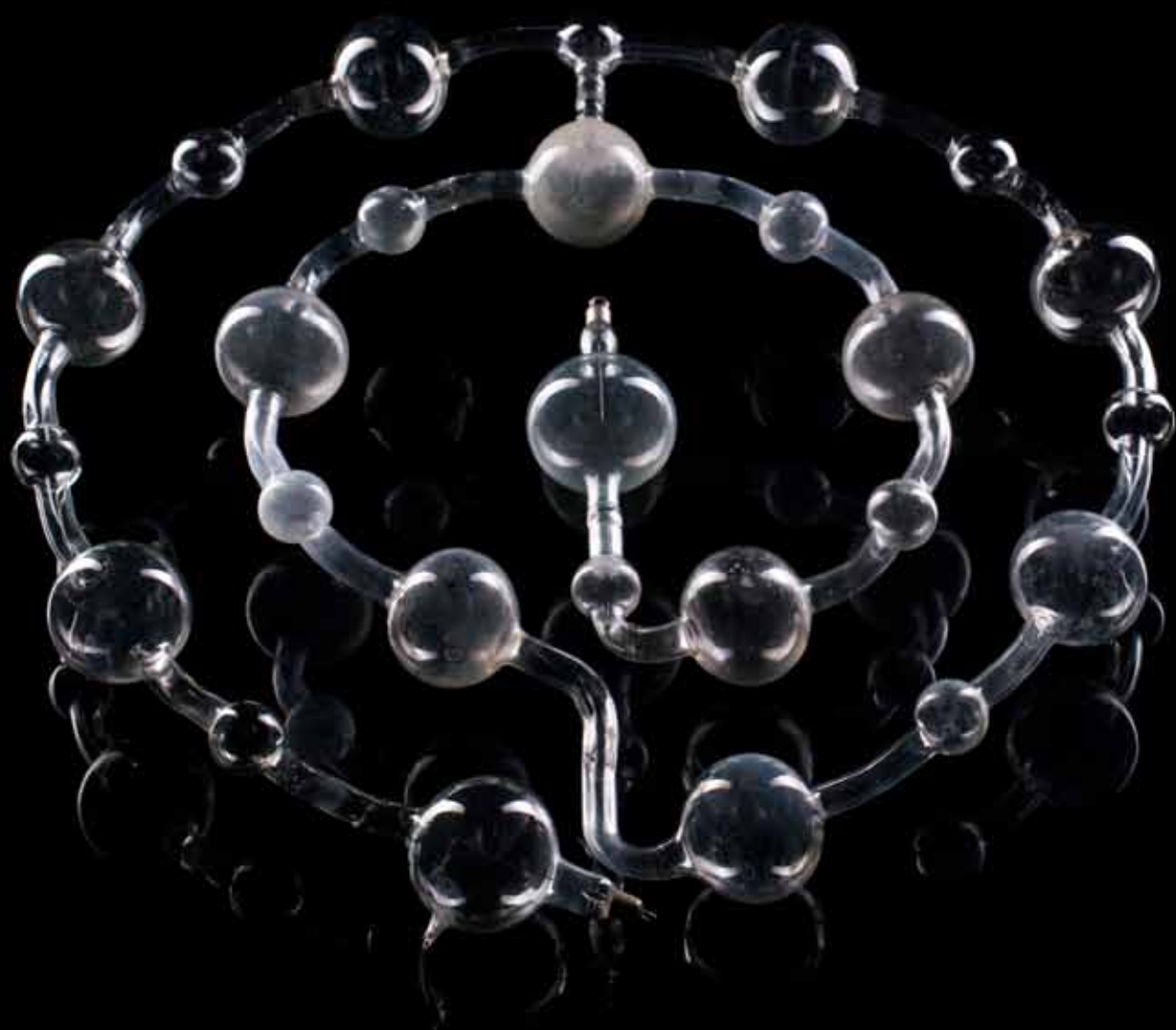
En parte,  
el arte completa  
lo que la naturaleza  
no puede elaborar  
y, en parte,  
imita  
a la naturaleza.

*Aristóteles*



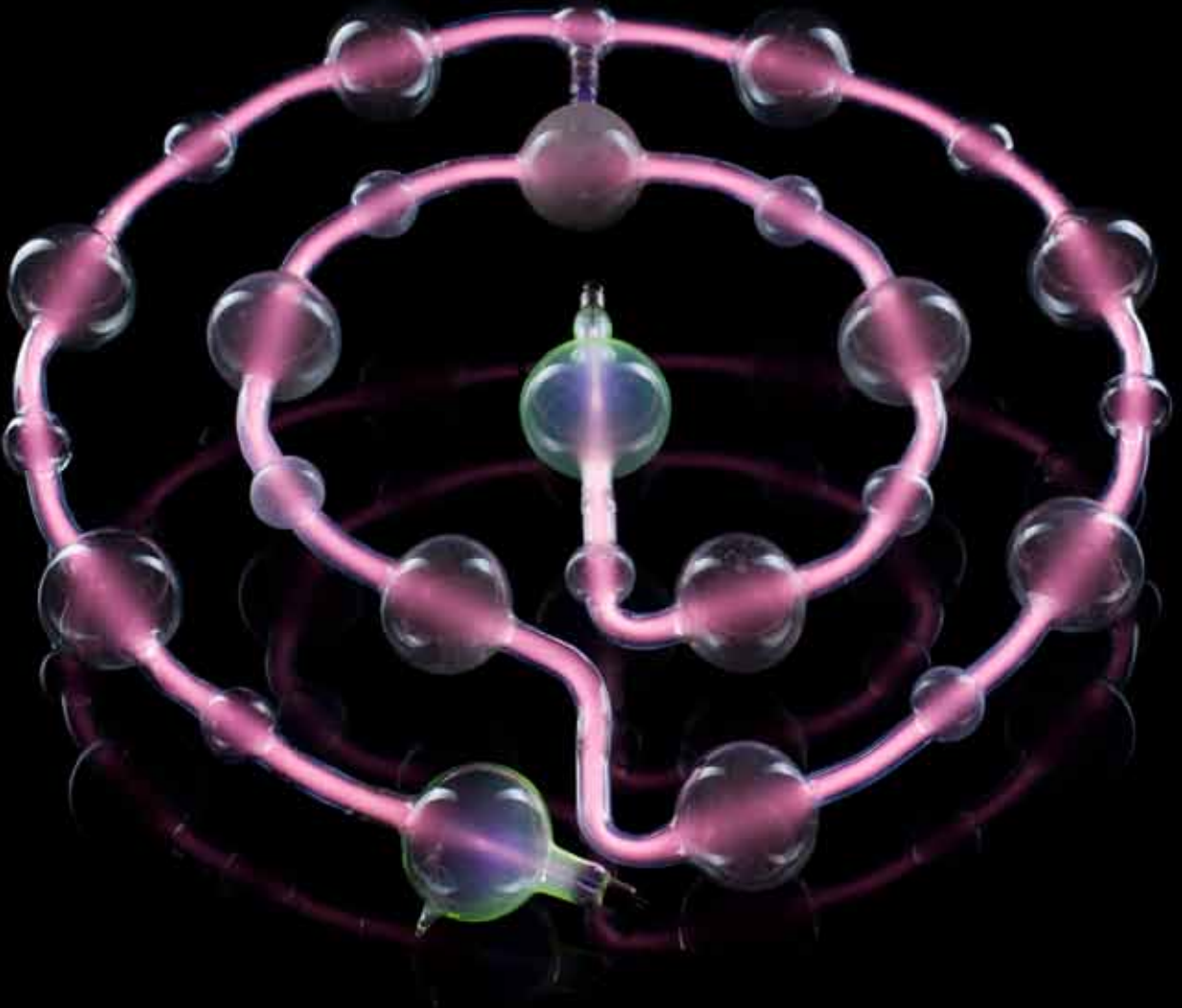
La forma no es diferente del vacío.  
El vacío no es otra cosa que la forma.  
*Sutra del corazón*



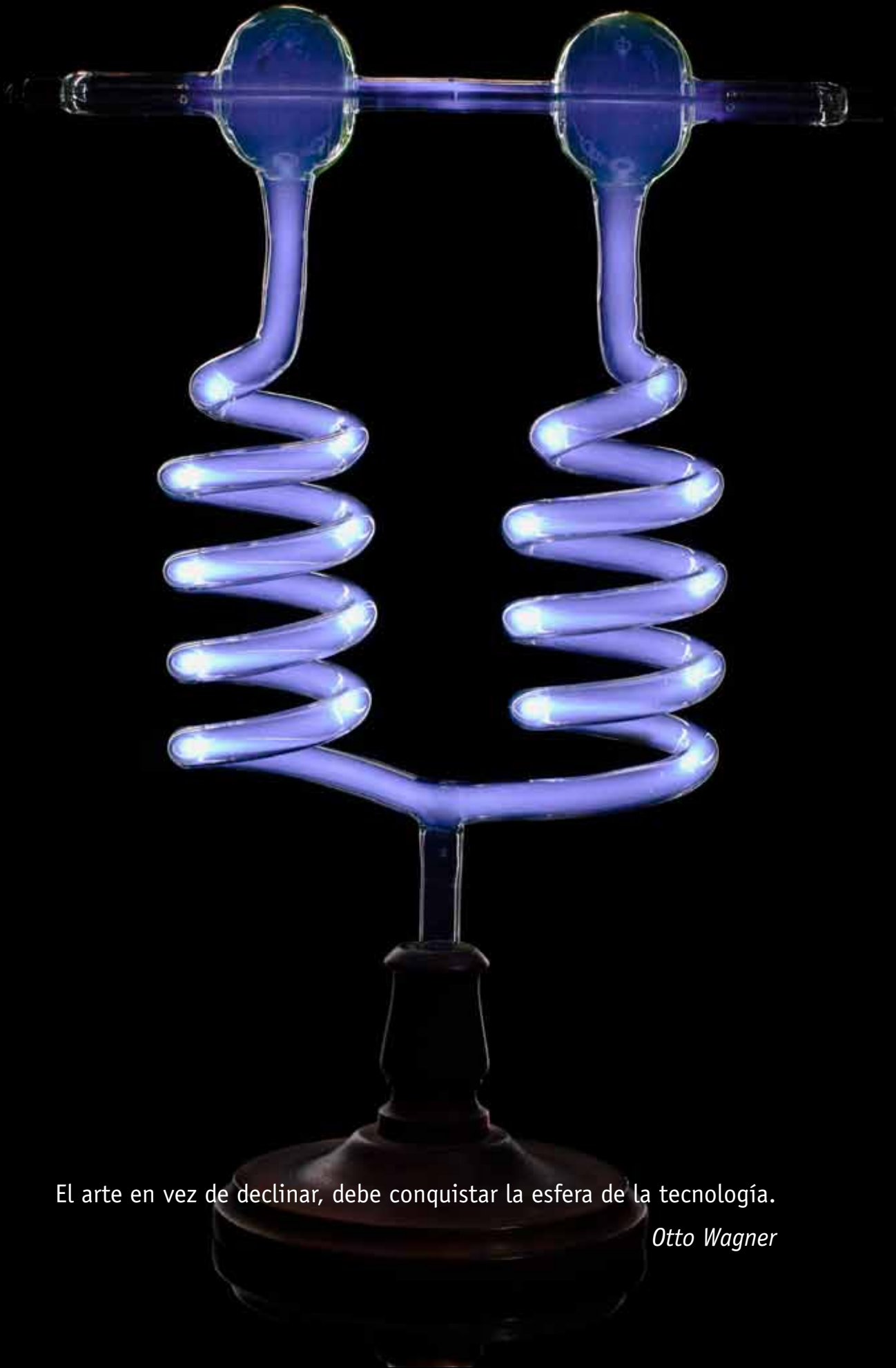


El camino recto no conduce a ninguna parte más que al objetivo.

*André Gide*







El arte en vez de declinar, debe conquistar la esfera de la tecnología.

*Otto Wagner*







Al hablar de átomos  
el lenguaje se vuelve poesía.  
Al poeta no le importa tanto  
describir cosas como crear imágenes.

*Niels Bohr*





Al cabo de los años  
he observado que la belleza,  
como la felicidad,  
es frecuente.

No pasa un día  
en que no estemos,  
un instante, en el paraíso.

*Jorge Luis Borges*





¿Quién ha cortado la luna en dos?  
Una mitad dejó su huella en una almohada solitaria.  
La otra alumbra el camino.

*Nguyen Du*





Nada perece en el Universo;  
todo cuanto acontece en él  
no pasa de meras transformaciones.

*Pitágoras de Samos*







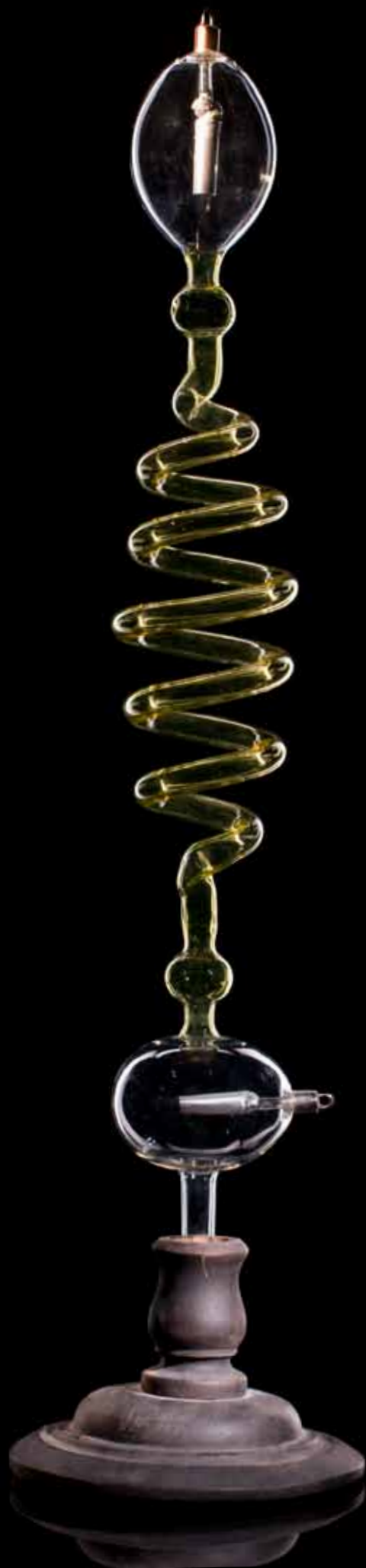
Y todo el sentido de la clara imagen cobra vida.  
Como un cuadro, rodeado de áureos resplandores.

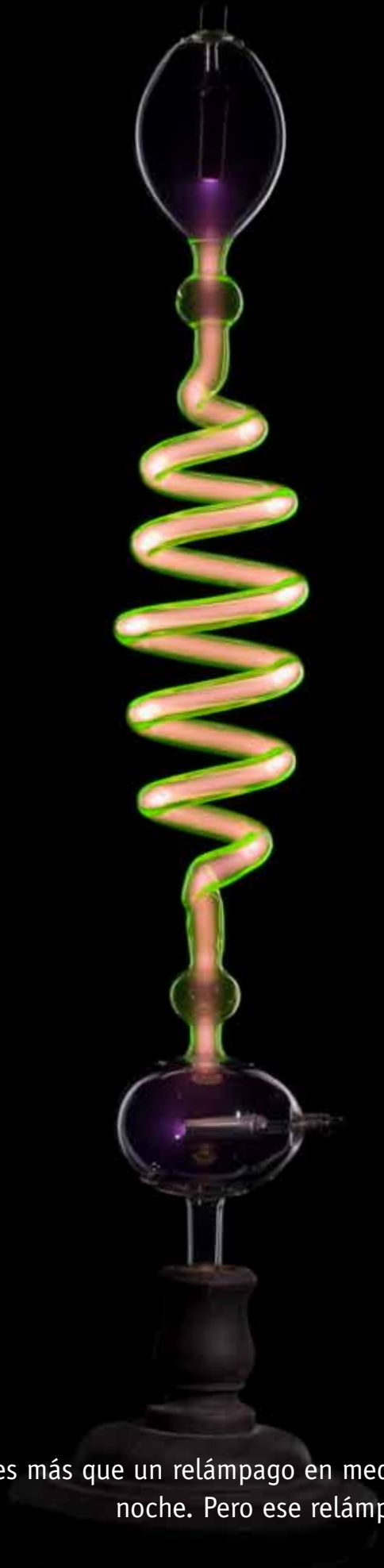
*Hölderlin*



La realidad no tiene forma ni figura.  
La búsqueda de la ilusión termina en nada.  
La realidad y la ilusión no son diferentes.  
Son idénticas, una y la misma.  
*Baikun Kyonghan*







El pensamiento no es más que un relámpago en medio de una larga noche. Pero ese relámpago lo es todo.

*Henri Poincaré*



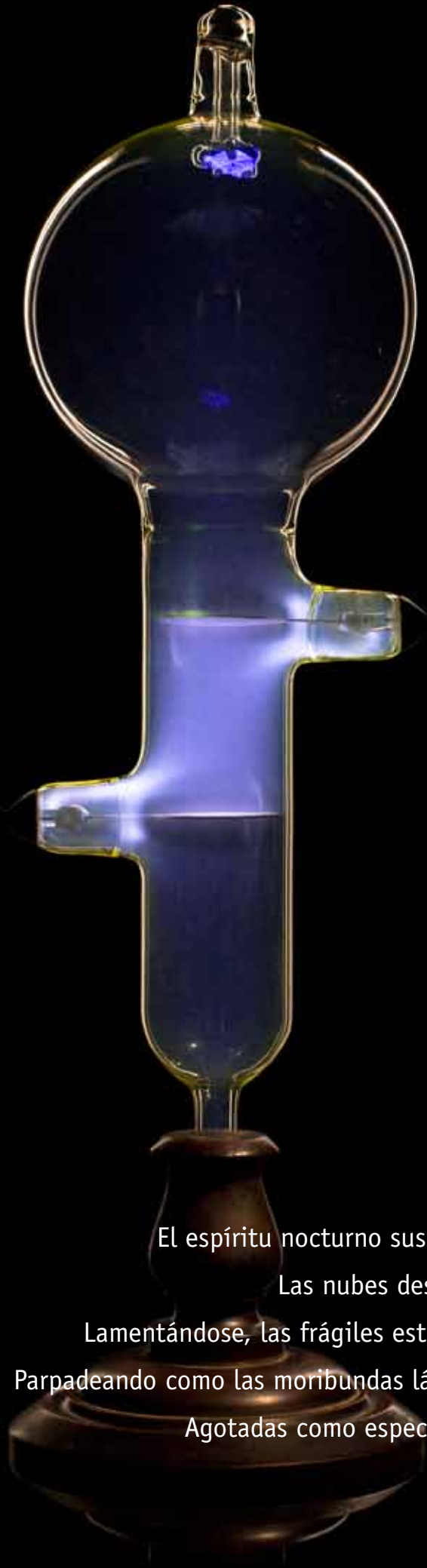


Una sombra en el clima del ojo  
es a medias su luz; el mar sondeado irrumpe  
sobre una tierra sin arpones.  
La semilla que del lomo hace una selva  
divide en dos su fruto; y la mitad se escurre  
lenta en un viento dormido.

*Dylan Thomas*







El espíritu nocturno suspira agitando el aire;  
Las nubes descienden en la lluvia;  
Lamentándose, las frágiles estrellas se desvanecen,  
Parpadeando como las moribundas lámparas del sepulcro.  
Agotadas como espectros, visiones mudas.

*Schiller*





La naturaleza no es más que una poesía enigmática.

*Michel de Montaigne*





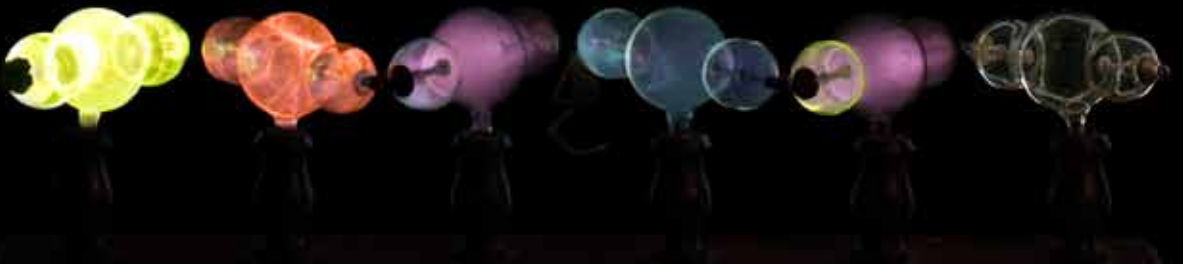
¡El hombre! La tierra es suya  
porque él es la tierra,  
su fuego, su agua, su aire,  
su materia mineral y vegetal,  
su espíritu de todos los planetas,  
que se transforma,  
gracias a él,  
mediante signos y símbolos incesantes,  
mediante manifestaciones interminables.

*Henry Miller*



Las partículas elementales no consisten en materia, pero son la única forma posible de materia. La energía se convierte en materia adoptando la forma de una partícula elemental, manifestándose de esa forma.

*Werner Heisenberg*









Viejo volcán enfriado  
es mi llama; al firmamento  
alza su ardor apagado.

*Lord Byron*





Se dice que hay lo dulce y lo amargo, lo caliente y lo frío,  
el color. En realidad sólo existen los átomos y el vacío.

*Demócrito*





Me quedé inmóvil, mirándola fijamente: no había duda. Un relámpago la iluminó y me descubrió sus rasgos con claridad. La gigantesca estatura y su aspecto deformado, más horrendo que nada de lo que existe en la humanidad, me demostraron de inmediato que era el engendro, el repulsivo demonio al que había dotado de vida.

*Mary Shelley*





La flor de loto se oculta  
ante el esplendor del sol  
y, con su cabeza inclinada,  
espera soñando la noche.  
La Luna, que es su amante,  
la despierta con sus rayos  
y amorosamente revela  
su inocente rostro de flor.  
*Heinrich Heine*



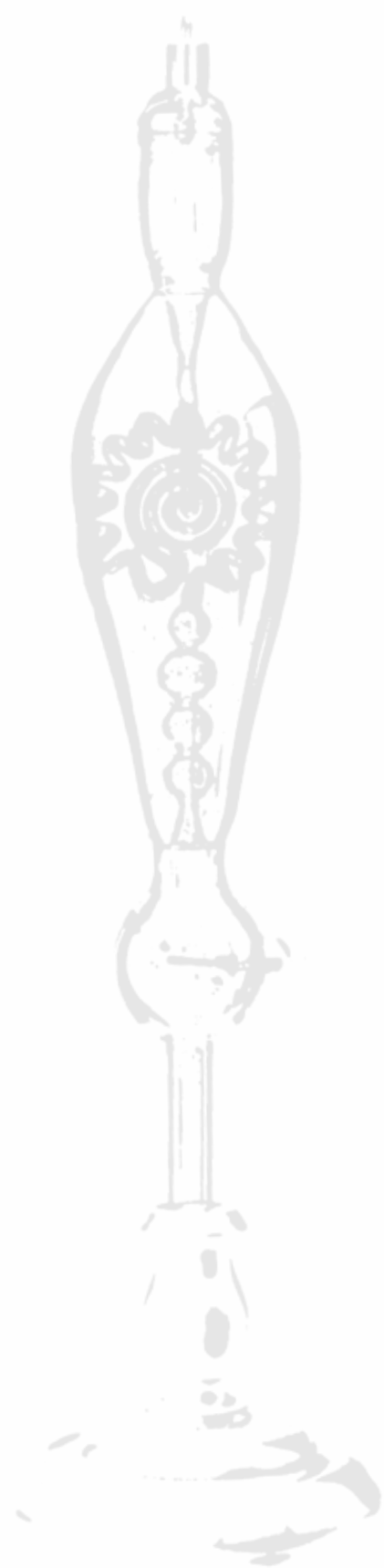




Quise las manzanas verdes.  
No las manzanas rosadas...

*Federico García Lorca*

OFF



En el corazón de todos los inviernos vive una primavera  
palpitante, y detrás de cada noche, viene una aurora  
sonriente.

*Jalil Yibrán*

No veo motivo para dudar de que el color blanco sea una  
mezcla de los diversos colores que, fundidos, caen sobre  
el papel.

*Isaac Newton*

## OFF/ON

Apagado/encendido,

oscuridad/luz,

no/sí,

negro/blanco,

reposo/marcha,

cerrado/abierto,

cero/uno,

stop/play,

...

Hemos accionado el interruptor. Adelante, juguemos. Este libro sale a la luz coincidiendo con la apertura del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología en La Coruña. Ya queda claro que estamos en clave de puesta en marcha, de ilusionantes amaneceres y primaveras, pero los contenidos del libro quieren también presentar otro símbolo: el de la añorada unidad de la cultura en la que quiere expresarse el museo. Por ello, y no podía ser de otra forma, los lectores habrán de dudar en clasificar lo que tienen en sus manos como una muestra de poesía, de arte, de tecnología o de física.

Diría -justificando la cita de Newton que antecede- que la cultura es esa luz blanca que encierra en sí todos los colores y que se expresa cromáticamente al encontrarse con la realidad material. Además, cada uno siempre puede mirar luego con ojos diferentes. Así sucede que al observar los tubos de vacío -como en cualquier otra percepción del mundo- puede ponerse las gafas del color con que miran los vidrieros, los impresores, los anticuarios, los profesores de ciencias o los usuarios de un club nocturno. Consecuentemente, al ir hojeando las parejas fotográficas de las páginas nos sorprendemos pensando en Mónico Sánchez y en Geissler, en Crookes, Lee de Forest y Langmuir, en Tesla o Roentgen, pero también en Lorca, Goethe, Van Gogh, Nolde, Macke y Kandinski, es posible que en Dan Flavin, y quizás tras leer estas líneas en Moreto o Campoamor.

Con este libro se enciende el MUNCYT. Que los contenidos del museo de ciencia y tecnología de todos los españoles sean capaces de provocar las ideas que necesitamos para hacer un futuro más culto y mejor para todos.

Ramón Núñez Centella

Director del MUNCYT



## En un lugar de la Mancha...

*Sánchez Moreno (Mónico). Ingeniero electricista e inventor español, nacido en Piedrabuena (Ciudad Real) el 4 de mayo de 1880. Así comienza en la enciclopedia Espasa la referencia a este emprendedor manchego, autodidacta y empresario, que revolucionó la tranquila vida de su pueblo a principios del siglo XX, al abrir allí una industria de fabricación y venta de aparatos *electromédicos* y *electrofísicos*. Por muy extraño que pueda parecernos, estamos en el segundo decenio del pasado siglo, pero en un lugar de la Mancha.*

Empecemos por el principio. Mónico Sánchez, una persona de origen humilde que comenzó a trabajar como chico de los recados, era todavía un adolescente cuando emigró a Madrid, con idea de hacerse ingeniero y fascinado por la electricidad. Aunque no tenía conocimientos de inglés, se matriculó en un curso por correspondencia de una institución británica, y animado por su director decidió aceptar la oferta de trabajo de una empresa eléctrica de Estados Unidos. En 1904 llegó a Nueva York, el escenario de la ebullición tumultuosa que encerraba la lucha por las patentes relacionadas con la electricidad, la ciudad de Tesla y de Edison. Allí, tres años después, cumplió su sueño de obtener un título de “Ingeniero electricista”, y luego alcanzó puestos de relevancia en varias de las empresas más importantes del sector, algunas creadas por él, ideó un generador de rayos X portátil, otro de medida eléctrica, y por encima de todo, se preparó para volver a España, con el prestigio y las patentes de sus inventos, que fueron reconocidos internacionalmente.

No fue tarea fácil abrir semejante negocio en su pueblo natal. La elección de Piedrabuena como sede de su

empresa, a pesar de los inconvenientes derivados de la falta de comunicación, fue una decisión tomada con el corazón, pero también meditada y calculada. En primer lugar fue preciso mejorar las infraestructuras del pueblo con la traída del agua y la electricidad, para lo que incluso construyó la Central Eléctrica Sánchez que, además de abastecer la fábrica, hacía lo propio con el vecindario.

El Laboratorio Eléctrico Sánchez se levantó en 1913, y en él se construyeron todos los elementos necesarios para la fabricación de aparatos portátiles de rayos X. Además se contrató a un soplador de vidrio alemán para la elaboración de los tubos y electrodos vacuos. Los primeros años de la empresa fueron de gran éxito: se vendieron unidades al ejército francés durante la Primera Guerra Mundial, pero principalmente, la empresa abasteció de aparatos de rayos X a los médicos de pequeñas localidades, que pudieron contar con un instrumento de diagnóstico cómodo, manejable y de fácil uso.

Las crónicas de la época ensalzan la figura de un trabajador incansable, astuto y con visión de futuro, que llegó a proyectar una escuela de electroterapia para impartir cursos prácticos y teóricos en el campo de la radiología y la electrología. Aunque nunca llegó a materializarse esta idea, sí trabajó para el Laboratorio un médico especialista en electromedicina que pasaba consulta y aplicaba los tratamientos médicos que podían llevarse a cabo con su aparato. Sin embargo, la Guerra Civil frenó repentinamente la evolución de la empresa. Los problemas de importación de materias primas, los celos y las envidias, acabaron por paralizar el negocio de Mónico, que apenas sí pudo dar muestras de actividad en la década de los años 40, con la fabricación de material científico para la enseñanza, especialmente de tubos de vacío para el estudio y demostración de las descargas eléctricas en



gases enrarecidos o a muy baja presión. A su muerte, en 1961, la fábrica cerró sus puertas.

De los 3500 m<sup>2</sup> del entrañable Laboratorio Eléctrico Sánchez, apenas se conserva una reducida parte de su fachada. El espacio está hoy ocupado por un colegio de enseñanza primaria, un centro cultural y otro de salud. Por suerte nos quedan sus aparatos, sus patentes, su archivo, y un legado de esfuerzo, dedicación y atrevimiento.



## Gases enrarecidos

En ciencia se utiliza el término enrarecido para definir el estado de un gas cuando está a muy baja presión, es decir, que sus moléculas son escasas o raras en un espacio vacío. Cuando de una ampolla o tubo de vidrio se extrae hasta un cierto grado el gas que contiene y se cierra herméticamente, se obtiene lo que llamamos un tubo de vacío. Si a este tubo se le añaden dos conductores que permitan su conexión a una fuente de potencial eléctrico elevado, entonces podremos observar y estudiar el efecto de la descarga eléctrica en su interior. La luminosidad que desprende un tubo de estas características al paso de la corriente eléctrica depende del vacío practicado, y disminuye conforme el gas se enrarece. Con un vacío muy elevado desaparece casi por completo, resultando entonces un enigmático resplandor en el vidrio, cuyo color varía con la naturaleza de éste.

Los efectos asociados a la descarga eléctrica en gases a baja presión cautivaron la atención de muchos científicos a lo largo del siglo XIX, especialmente en su último cuarto, cuando las investigaciones en este ámbito se intensificaron y propiciaron dos de los grandes descubrimientos de la centuria: el electrón y los rayos X. Hoy reconocemos, entre las múltiples utilidades prácticas de los tubos de vacío, todo tipo de dispositivos electrónicos, los tubos de rayos catódicos que tenían los televisores convencionales, los tubos fluorescentes de neón o las bombillas de bajo consumo.

En esta publicación se presenta una selección de tubos de descarga de muy diferentes formas y características, que fueron fabricados entre 1930 y 1950 en el Laboratorio Eléctrico Sánchez. La colección, con más de cien modelos

distintos, pertenece a los descendientes de Mónico Sánchez Moreno, y en la actualidad se encuentra depositada en el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología.

El buen estado de conservación de los tubos ha permitido fotografiar en funcionamiento una pequeña parte de la colección, utilizando para este fin el mismo generador de corrientes de alta frecuencia y potencial, patentado por el inventor manchego, que con tanto éxito se comercializó a principios del pasado siglo, y que hoy podemos encontrar todavía en centros de segunda enseñanza y universidades del país. El reto que ha supuesto captar imágenes de los diversos efectos luminiscentes se ha visto recompensado por el resultado final, que muestra una realidad de fotografías cuyo cromatismo no es fruto de ningún tratamiento químico ni informático.

Los tubos de formas más artísticas son los conocidos como de Geissler, popularizados por el soplador de vidrio e inventor alemán Heinrich Geissler a mediados del siglo XIX, quien mejoró la eficiencia de la bomba de vacío para conseguir las bajas presiones que necesitaba. Generalmente de pequeño diámetro, presentan colores vivos y diversos cuando se iluminan, dependiendo del tipo de gas que encierran y del vidrio con el que se fabrican. En este caso, la mayoría de los tubos de la colección solo tienen aire enrarecido, pues su elaboración con gases nobles como el neón o el helio resultaba más costosa y laboriosa. Con el uso de vidrios de diferentes colores conseguía similares objetivos de seducción.

Las ampollas y esferas vacuas, que contienen minerales, elementos móviles o diversas formas de electrodos en su interior se reconocen en general como tubos de Crookes, siendo este científico británico uno de los más prolíficos experimentadores en esta materia. Ensayó con tubos muy diversos para determinar las propiedades físicas de aquello

que causaba la luminiscencia del gas residual contenido en el tubo y del propio vidrio, y llegó a definir, como un estado de la materia diferente, al protagonista de lo que acontecía en el interior de los tubos de descarga. Era el cuarto de estado de la materia, que acompaña a sólidos, líquidos y gases; hoy lo conocemos como plasma.

Rosa Martín Latorre

Departamento de Actividades del MUNCYT

TUBO DE GEISSLER CON ESPIRAL DE VIDRIO INCOLORO Y LÍQUIDO COLORANTE .....	04
Dimensiones (Ø 11 cm; altura 39 cm) - N° inventario (2010/004/0049)	
TUBO DE GEISSLER CON FORMA DE CORONA .....	06
Dimensiones (34,5x13x45,5 cm) - N° inventario (2010/004/0061)	
LÁMPARA LUMINISCENTE DE PULUJ .....	08
Dimensiones (15x10x37 cm) - N° inventario (2010/004/0035)	
TUBO DE HOLTZ SENCILLO CON CUATRO EMBUDOS .....	10
Dimensiones (54x5,5x5,5 cm) - N° inventario (2010/004/0083)	
TUBO DE GEISSLER CON ESPIRAL Y LAZOS DE VIDRIO DE URANIO .....	12
Dimensiones (Ø 14 cm; altura 56 cm) - N° inventario (2010/004/0029)	
ESFERA DE VACÍO CON IMPREGNACIÓN INTERIOR DE MINERAL LUMINISCENTE .....	14
Dimensiones (13x12x37,5 cm) - N° inventario (2010/004/0018)	
TUBO DE CROOKES CON GRADO DE VACÍO BAJO .....	16
Dimensiones (25x18x41 cm) - N° inventario (2010/004/0044)	
TUBO DE VACÍO PARA MOSTRAR LA DEFLEXIÓN DE LOS RAYOS CATÓDICOS .....	18
Dimensiones (18x10x33 cm) - N° inventario (2010/004/0067)	
TUBO DE MACFARLAN MOORE CON ESPIRAL .....	20
Dimensiones (42x10x22,5 cm) - N° inventario (2010/004/0024)	
TUBO DE CROOKES CON CONCENTRADO DE COBALTO SINTÉTICO .....	22
Dimensiones (Ø 16 cm; altura 50 cm) - N° inventario (2010/004/0089)	
TUBO DE HOLTZ CON DOS EMBUDOS .....	24
Dimensiones (35x12x3 cm) - N° inventario (2010/004/0175)	
TUBO DE GEISSLER CON FORMA DE DOBLE CORONA .....	26
Dimensiones (Ø 45 cm; altura 5,5 cm) - N° inventario (2010/004/0034)	
TUBO DE RODEO DE HITTORF .....	28
Dimensiones (32x16x45,5 cm) - N° inventario (2010/004/0016)	
TUBO DE VACÍO PARA MOSTRAR LA REFLEXIÓN DE LOS RAYOS CATÓDICOS .....	30
Dimensiones (21x14x39 cm) - N° inventario (2010/004/0004)	
TUBO DE VACÍO CON MARIPOSA LUMINISCENTE .....	32
Dimensiones (Ø 15 cm ; altura 39 cm) - N° inventario (2010/004/0092)	
ESFERA DE VIDRIO PARA DIFERENTES GRADOS DE VACÍO .....	34
Dimensiones (17x15x41 cm) - N° inventario (2010/004/0281)	

TUBO DE CROOKES CON CRUZ DE MALTA .....	36
Dimensiones (31x14x26,5 cm) - N° inventario (2010/004/0074)	
TUBO DE GEISSLER CON ESPIRAL DE VIDRIO INCOLORO PARA LÍQUIDO COLORANTE ...	38
Dimensiones (Ø 10 cm; altura 40 cm) - N° inventario (2010/004/0033)	
TUBO DE RAYOS CANALES .....	40
Dimensiones (28x10,5x25 cm) - N° inventario (2010/004/0084)	
TUBO DE GEISSLER CON HÉLICE DE VIDRIO DE URANIO .....	42
Dimensiones (Ø 12,5 cm; altura 50 cm) - N° inventario (2010/004/0003)	
TUBO DE CROOKES CON TRES MINERALES .....	44
Dimensiones (21x20x43 cm) - N° inventario (2010/004/0017)	
TUBO DE VACÍO CON MINERAL PARA MOSTRAR LA LUMINISCENCIA EN LA SOMBRA ELÉCTRICA .....	46
Dimensiones (Ø 12,5 cm; altura 38,5 cm) - N° inventario (2010/004/0047)	
TUBO DE VACÍO CON ANILLOS LUMINISCENTES .....	48
Dimensiones (14,5x10,5x41 cm) - N° inventario (2010/004/0050)	
TUBO DE CROOKES CON MINERAL .....	50
Dimensiones (15x11x22 cm) - N° inventario (2010/004/0088)	
EXPOSITOR PARA TUBOS DE VACÍO CON VIDRIOS DE DISTINTAS LUMINISCENCIAS .....	52
Dimensiones (cada tubo, 14x9x4 cm) - N° inventario (2010/004/0234) - N° inventario (2010/004/0272)	
- N° inventario (2010/004/0273) - N° inventario (2010/004/0274) - N° inventario (2010/004/0275) - N° inventario (2010/004/0276)	
TUBO DE CROOKES CON MINERAL .....	54
Dimensiones (17x14x37,5 cm) - N° inventario (2010/004/0042)	
TUBO DE VACÍO CON CRUZ LUMINISCENTE .....	56
Dimensiones (18x14x43 cm) - N° inventario (2010/004/0043)	
TUBO DE GEISSLER CON HÉLICE DE VIDRIO INCOLORO Y VASO DE VIDRIO DE URANIO	58
Dimensiones (Ø 10 cm; altura 37,5 cm) - N° inventario (2010/004/0036)	
TUBO DE VACÍO CON RAMILLETE LUMINISCENTE .....	60
Dimensiones (14x12x30,5 cm) - N° inventario (2010/004/0032)	
ESFERA DE VACÍO DE GRAN TAMAÑO .....	62
Dimensiones (40x40x66 cm) - N° inventario (2010/004/0205)	





Reservados todos los derechos por la legislación en materia de Propiedad Intelectual. Ni la totalidad, ni parte de las ilustraciones de este libro, incluido el diseño de la cubierta pueden reproducirse, almacenarse o transmitirse por ningún medio, ya sea electrónico, mecánico, de grabación o de fotocopia, sin permiso previo por escrito del Ministerio de Ciencia e Innovación o del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología.

© Presente edición: Ministerio de Ciencia e Innovación

NIPO: 470-11-035-4

Fotografías de Yolanda Villaverde López y Jesús González de la Lastra realizadas por encargo de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología

Textos

“OFF-ON” redactado por Ramón Núñez Centella,  
director del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología

“En un lugar de la Mancha...” y “Gases enrarecidos”, realizado por Rosa Martín Latorre del Departamento de Actividades del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Coordinación de la edición y selección de citas que acompañan al material fotográfico a cargo de Santiago Asensio Merino, vocal asesor del Gabinete de la Subsecretaría del Ministerio de Ciencia e Innovación

Composición, maquetación y fotomecánica: Bioestrategia S.L.

