

INVESTIGADORAS

AVANZANDO EN LAS

TECNOLOGÍAS

DE LA LUZ



AÑO INTERNACIONAL
DE LA LUZ
2015

Investigadoras en la Luz y en las Tecnologías de la Luz

El 20 de diciembre de 2013 la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró 2015 como **Año Internacional de la Luz y de las Tecnologías basadas en la Luz** para poner de manifiesto el papel fundamental que desempeñan la luz y sus tecnologías en todas las actividades humanas. Basta mirar a nuestro alrededor para comprobar que las numerosas aplicaciones de la luz han revolucionado la sociedad a través de la ciencia, la ingeniería, la arquitectura, la medicina, la energía, las comunicaciones, la cultura, el arte o el ocio.

Dos de los objetivos de esta declaración son “promocionar el empoderamiento de la mujer en la ciencia” y “fomentar vocaciones científicas en el ámbito de la luz y de sus aplicaciones”. Con esas dos motivaciones, un grupo de personas pertenecientes al Grupo de Mujeres en Física de la Real Sociedad Española de Física (RSEF) y a la Sociedad Española de Óptica (SEDOPTICA) hemos estado trabajando para visibilizar el trabajo de alguna de las investigadoras que han contribuido significativamente al desarrollo del campo científico de la luz y a ellas queremos dedicar esta Exposición de “Investigadoras en la Luz y en las Tecnologías de la Luz”. Además, es indudable que dando visibilidad a la labor de estas científicas y poniendo en valor sus aportaciones en el avance de las tecnologías ópticas y fotónicas en nuestra Sociedad, crearemos referentes para las futuras generaciones.

Muchos son los hitos importantes en la historia de la ciencia de la luz que conmemoramos este año, y detrás de todos ellos siempre encontramos el nombre de un investigador: Alhazen, Fresnel, Maxwell, Einstein, Penzias, Wilson y Kao. Todos varones.



Sin embargo, es absurdo pensar que la otra mitad de la humanidad ha estado ausente en el devenir de los descubrimientos científicos. A lo largo de la Historia de la Ciencia ha habido mujeres valientes y brillantes que, pese a la prohibición explícita y negación continuada de su vocación, han sabido abrirse camino y nos han iluminado con sus descubrimientos sobre la luz. Es momento ahora de iluminarlas a ellas y sirva esta exposición como homenaje.

Gracias a la erudición de **Madame de Châtelet** y a su traducción de los “Principia Mathematica” el continente europeo accedió a las teorías de Newton. **Martha Coston** fue la primera en diseñar y fabricar un sistema de comunicación basado en bengalas luminosas para los barcos contribuyendo a salvar muchas vidas. **Henrietta Swan Leavitt** descubrió el camino para conocer el tamaño de nuestra galaxia y la escala del universo. **Hedwig Kohn** realizó un minucioso trabajo en espectrometría y pirometría, hoy considerados estándares de iluminación. **Katharine Burr Blodgett** inventó los cristales antirreflejantes, mientras que **Yvette Cauchois** creó un espectrógrafo de rayos X que permitió descubrir nuevos elementos del sistema periódico. **Maria Goeppert Mayer** dio nombre a la unidad de sección de absorción de dos fotones y **Mary Louise Spaeth** inventó el láser sintonizable de colorante y desarrolló los telémetros láser. **Rosalind Franklin** obtuvo la famosa Fotografía 51, que probó experimentalmente la estructura helicoidal del ADN mediante difracción de rayos X. **Martha Jane Bergin Thomas** mejoró las fuentes de iluminación, sobre todo bombillas y tubos fluorescentes y **Jean McPherson Bennett** aportó ideas originales que son un referente en el estudio de las superficies ópticas. Por último, **Jocelyn Bell Burnell** descubrió los “faros” del universo, los púlsares.

Ellas son solo una pequeña muestra de todas las investigadoras que han trabajado, trabajan y trabajarán en las ciencias de la luz, la óptica y las tecnologías basadas en la luz. Es nuestra obligación como sociedad científica visibilizarlas y dar a conocer sus aportaciones y aspectos ejemplares de sus vidas. Qué mejor momento para hacerlo que durante este “Año Internacional de la Luz y de las Tecnologías basadas en la Luz”.





Imagen: Inconnu, portrait de madame Du Châtelet à sa table de travail, détail (château de Breteuil). Wikipedia

Gabrielle Émilie du Châtelet

(1706–1749)

Divulgando a Newton y ayudando a la física

Fue una de las principales figuras femeninas del S. XVIII: matemática, física y escritora; luchó con tenacidad para realizarse como científica.

Gabrielle Émilie fue la primera mujer en publicar en la Académie Royal des Sciences. Su trabajo **Dissertation sur la nature et la propagation du feu** se basó en el estudio de lo que posteriormente se llamaría “radiación infrarroja”.

Aprendió de forma autodidacta las teorías de la física. En 1740 Gabrielle Émilie publicó un manual de física, denominado **Institutions de Physique** (Fundamentos de Física), un precioso documento histórico ya que se trata del primer tratado francés de física.

Fue ella quien tradujo los **Principia Mathematica** de Newton al francés, la única traducción que existe hasta nuestros días, con su postulado sobre la naturaleza corpuscular de la luz ayudando así a la difusión del newtonianismo.

Firmaba sus trabajos como un hombre, Breteuil Duchastellet.

Gabrielle Emilie quería asistir a las reuniones de los miércoles en la Academia de Ciencias en la Biblioteca del Rey en el Louvre; sin embargo, a las mujeres no les estaba permitido asistir argumentando su pobre conocimiento científico. Gracias a su amistad con Maupertuis, y disfrazándose de hombre, se convirtió en un “miembro regular” del café.

Martha Coston

(1826–1904)

La luz como medio de comunicación

Inventora y empresaria, perfeccionó las bengalas de señales marítimas patentando un sistema que permitía la comunicación entre barcos en la oscuridad. Las diversas combinaciones de colores formaban un alfabeto con diez números con los que comunicar una secuencia de cifras, que posteriormente era interpretada como un mensaje predefinido.

La colaboración de expertos pirotécnicos fue imprescindible para desarrollar nuevas mezclas con colores claramente diferenciados. Los colores finalmente elegidos fueron rojo, blanco y verde.

En 1859 la Secretaría de la Marina de los Estados Unidos de América publicó un informe en el que decía que era el mejor sistema de señalización hasta la fecha. Tras la guerra, y durante 50 años, este sistema de comunicaciones se extendió por el mundo. Incluso hoy en día, muchas embarcaciones utilizan las bengalas como aviso de emergencia. El invento de Martha Coston fue rápidamente exportado a varios países y expuesto en las Exposiciones Universales de Filadelfia (1876), París (1878) y Chicago (1893).

Martha Coston no es tan conocida como Samuel Morse, ni sus desarrollos han tenido la misma repercusión. Sin embargo, ella fue la primera en diseñar, fabricar y comercializar un sistema de comunicación “inalámbrico” entre barcos o de estos con la costa.

Además de su situación familiar en la que hubo de hacerse cargo de 4 hijos pequeños por la repentina muerte de su marido, tuvo la valentía de seguir con una empresa “peligrosa” iniciada por él y en numerosas ocasiones tuvo que hacerse pasar por hombre para que tomaran en serio sus opiniones y proyectos.



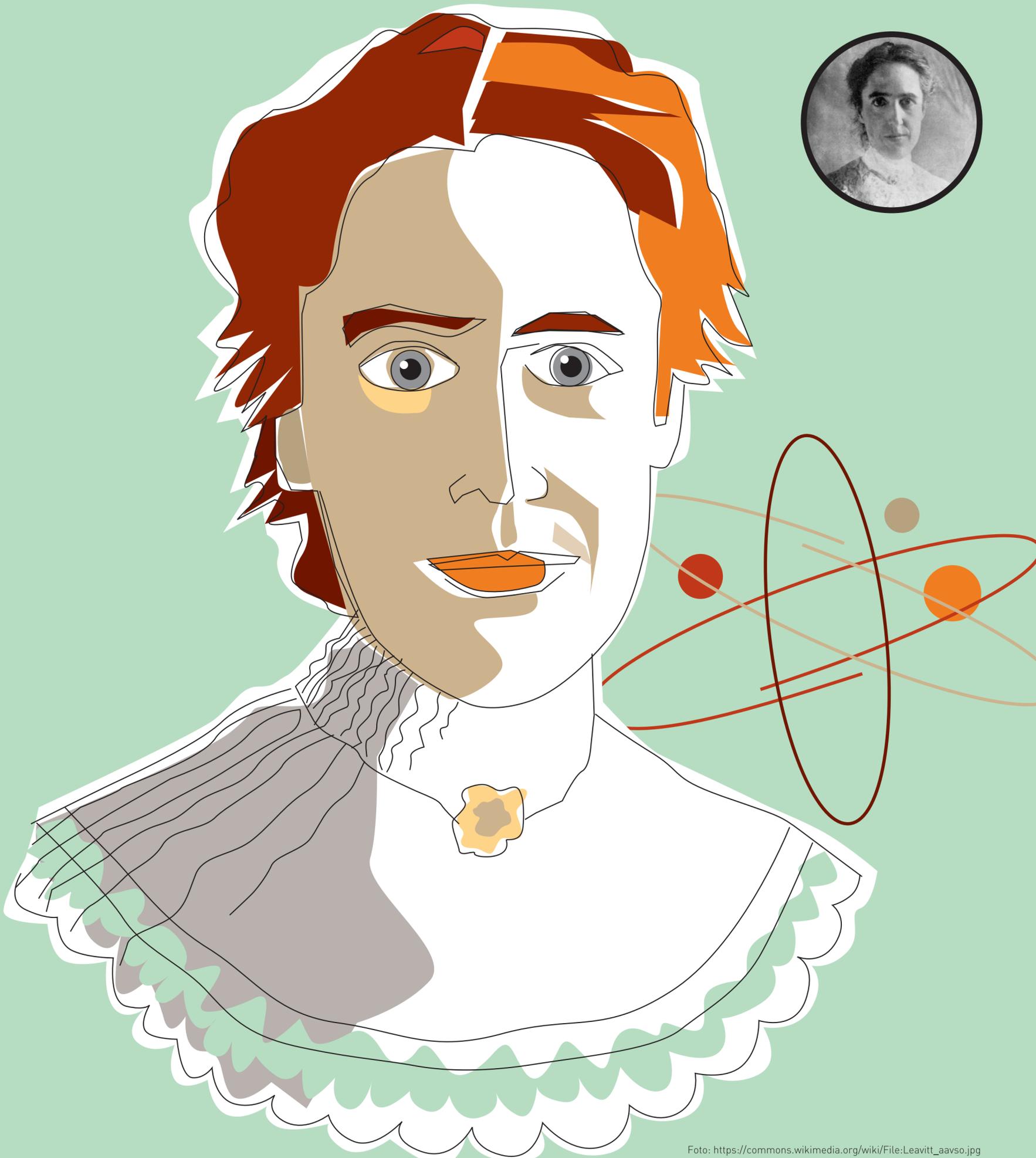


Foto: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leavitt_aavso.jpg

Henrietta Swan Leavitt

(1868-1921)

Calculando las distancias estelares

Gran astrónoma americana en cuyo honor deben su nombre el asteroide Leavitt y el Cráter Leavitt en la Luna.

Destacó dentro del grupo de mujeres “calculadoras” del Observatorio del Harvard College, llamadas así por realizar tediosos cálculos a partir del examen de placas fotográficas de las observaciones. Llegó a ser directora de la sección de Fotometría Astronómica de dicho observatorio.

Su observación de patrones regulares en la luminosidad de las Cefeidas (estrellas variables de la Nube de Magallanes) es hoy la base de la escala usada para calcular las distancias relativas entre estrellas, el tamaño de nuestra galaxia y del Universo.

Leavitt no recibió grandes reconocimientos en su día. Como era usual en la época, su trabajo quedó literalmente eclipsado al ser atribuido a sus superiores, Edward Pickering y especialmente Edwin Hubble.

A pesar de ello, desempeñó su profesión con tesón, rigor y minuciosidad. Sus patrones y fórmulas relativas a las Cefeidas se siguen usando en la actualidad para estudiar las distancias relativas interestelares.

Hedwig Kohn

(1887–1964)

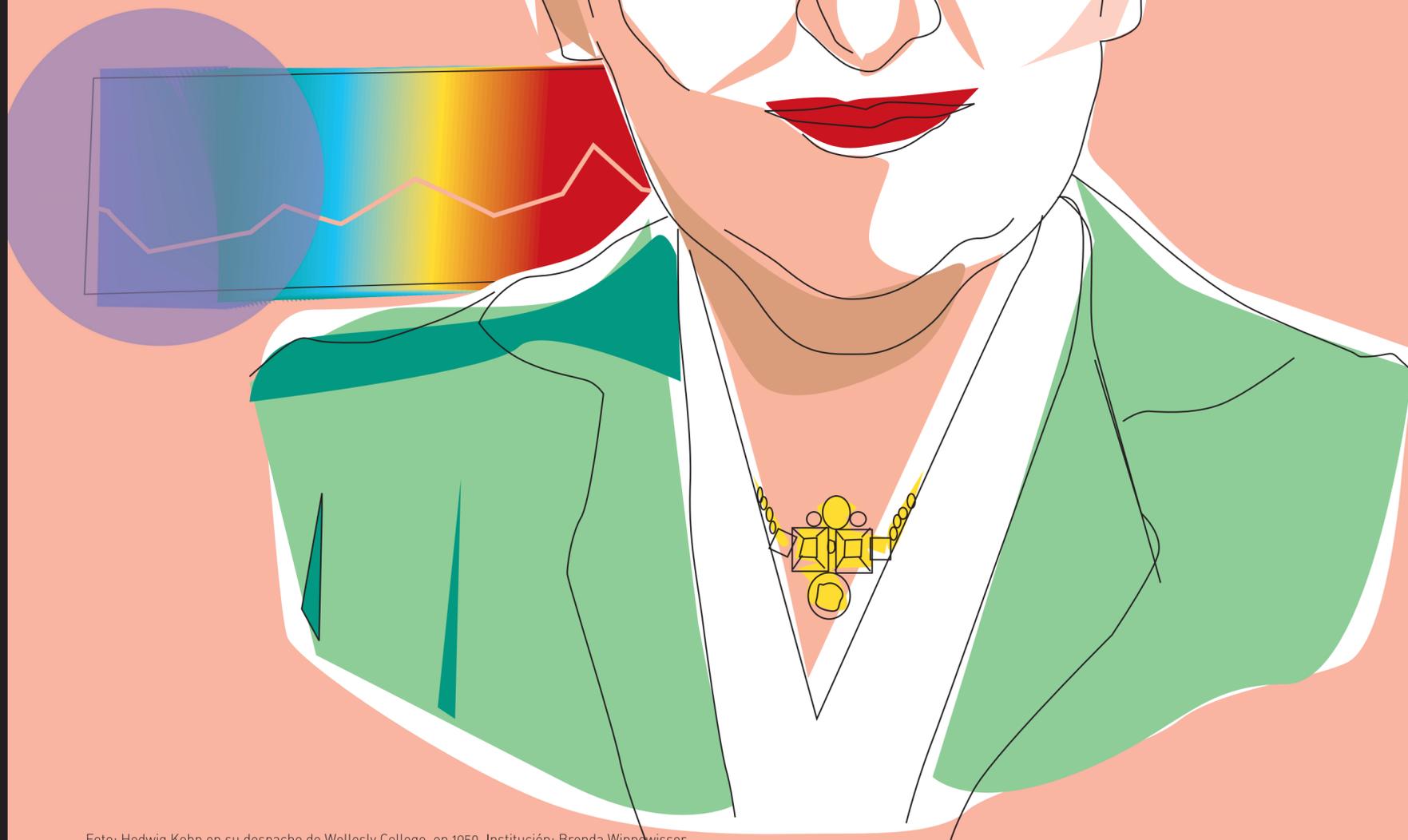
Espectroscopia y Pirometría

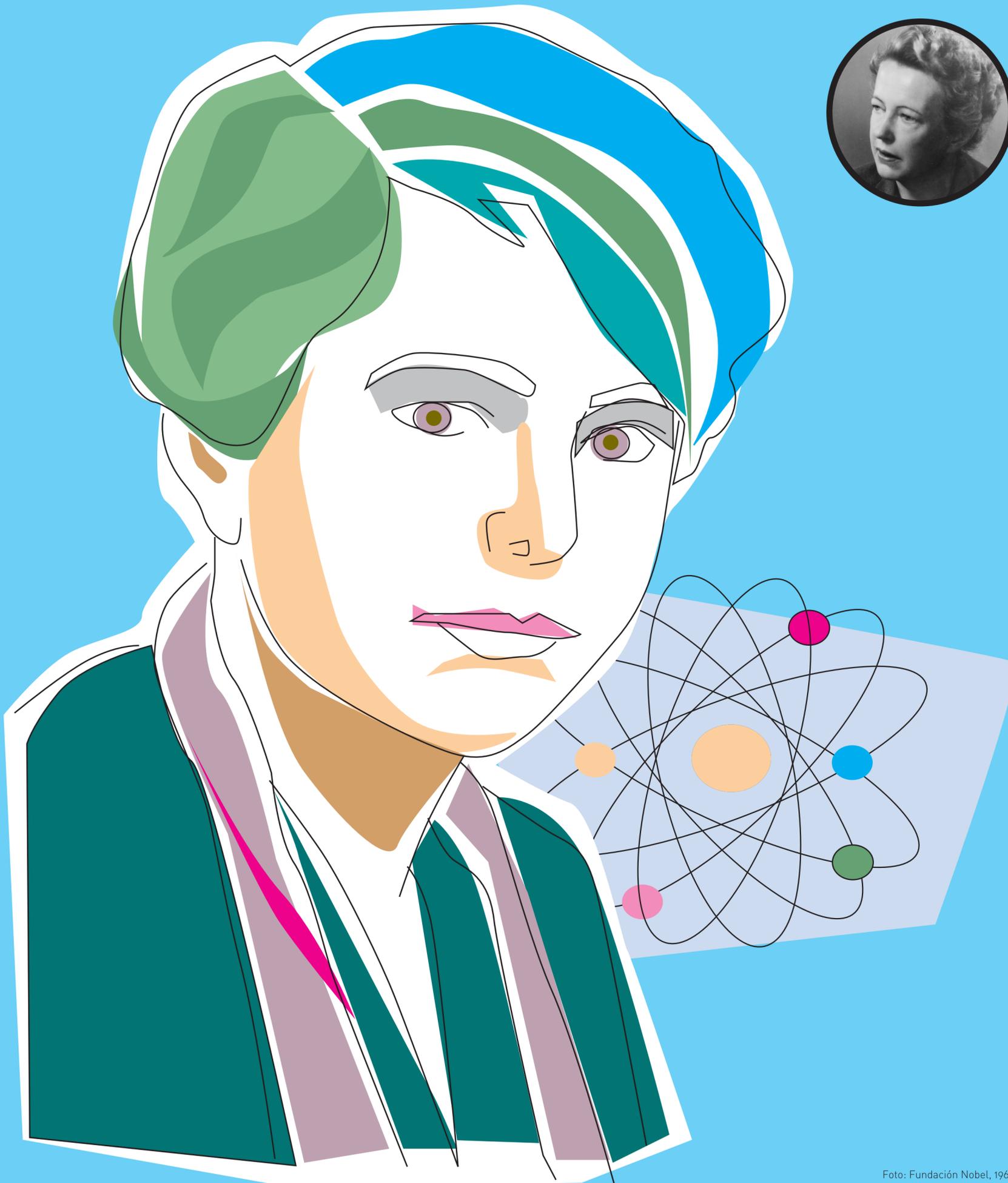
Fue, junto a Lise Meitner y Hertha Sponer, una de las pioneras en la Alemania anterior a la Segunda Guerra Mundial en recibir la **Habilitation** para enseñar física en la universidad.

En 1933, las leyes nazis la obligaron a abandonar su puesto en la universidad debido a su origen judío. Trabajó entonces para la industria de la iluminación, pero su situación económica era precaria. En 1940 emigró a los EEUU, donde concatenó contratos temporales como enseñante en **Colleges** femeninos, consiguiendo al final de su carrera reanudar su investigación en espectroscopia.

Reconocida por sus trabajos en radiometría, espectroscopia, tecnología de la iluminación y pirometría, en particular sus medidas sobre la intensidad de luz visible y la temperatura de llamas fueron la introducción estándar a dicho campo hasta bien iniciados los años 60. Contribuyó destacadamente en el “Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik”, libro de texto líder en la Alemania de los años 30 y 40. Obtuvo una patente y escribió numerosos artículos en revistas científicas.

Sus orígenes judíos en la Alemania nazi de los años 30 afectaron de pleno a su carrera investigadora y a su vida. La Gran Depresión y su nacionalidad alemana le dificultaron la obtención de un visado para EEUU. Finalmente, esto fue posible en 1940 gracias a la ayuda desde EEUU de los físicos alemanes de origen judío Rudolf Landenburg, Lise Meitner y Hertha Sponer y de la American Association of University Women.





Maria Goeppert Mayer

(1906-1972)

Entendiendo la física con fotones

Nació en Kattowiz en la actual Polonia pero cuando cumplió cuatro años su familia se trasladó a Göttingen, cuya universidad contaba con gran prestigio en matemáticas y física y era el centro mundial de la mecánica cuántica. Maria pronto se sintió atraída por las matemáticas, pero al unirse al seminario de física dirigido por Max Born, su pasión por las matemáticas cambió por la física.

En 1930 se doctoró en física con una tesis sobre el proceso de absorción de dos fotones en átomos (excitación de dos fotones) que fue confirmado experimentalmente treinta años después. Este trabajo fue calificado por Eugene Wigner como “obra maestra de claridad y concreción”. Ese mismo año se casó con Joseph Mayer, profesor de química, y se trasladaron a los Estados Unidos de donde era natural Mayer.

En 1939 comenzó a trabajar en física nuclear y tras contratos en diversas universidades americanas como “profesora voluntaria”, por fin consiguió en 1960 la cátedra de física en la Universidad de California en San Diego.

En 1963 fue galardonada con el Premio Nobel de Física “por sus descubrimientos sobre la estructura de las capas nucleares”, tras lo cual declaró que “ganar el premio ha sido la mitad de apasionante que hacer el trabajo”. Es junto con Marie Curie, una de las dos únicas mujeres galardonadas con el Nobel de Física.

Martha Jane Bergin Thomas

(1926-2006)

Diseñando dispositivos luminosos

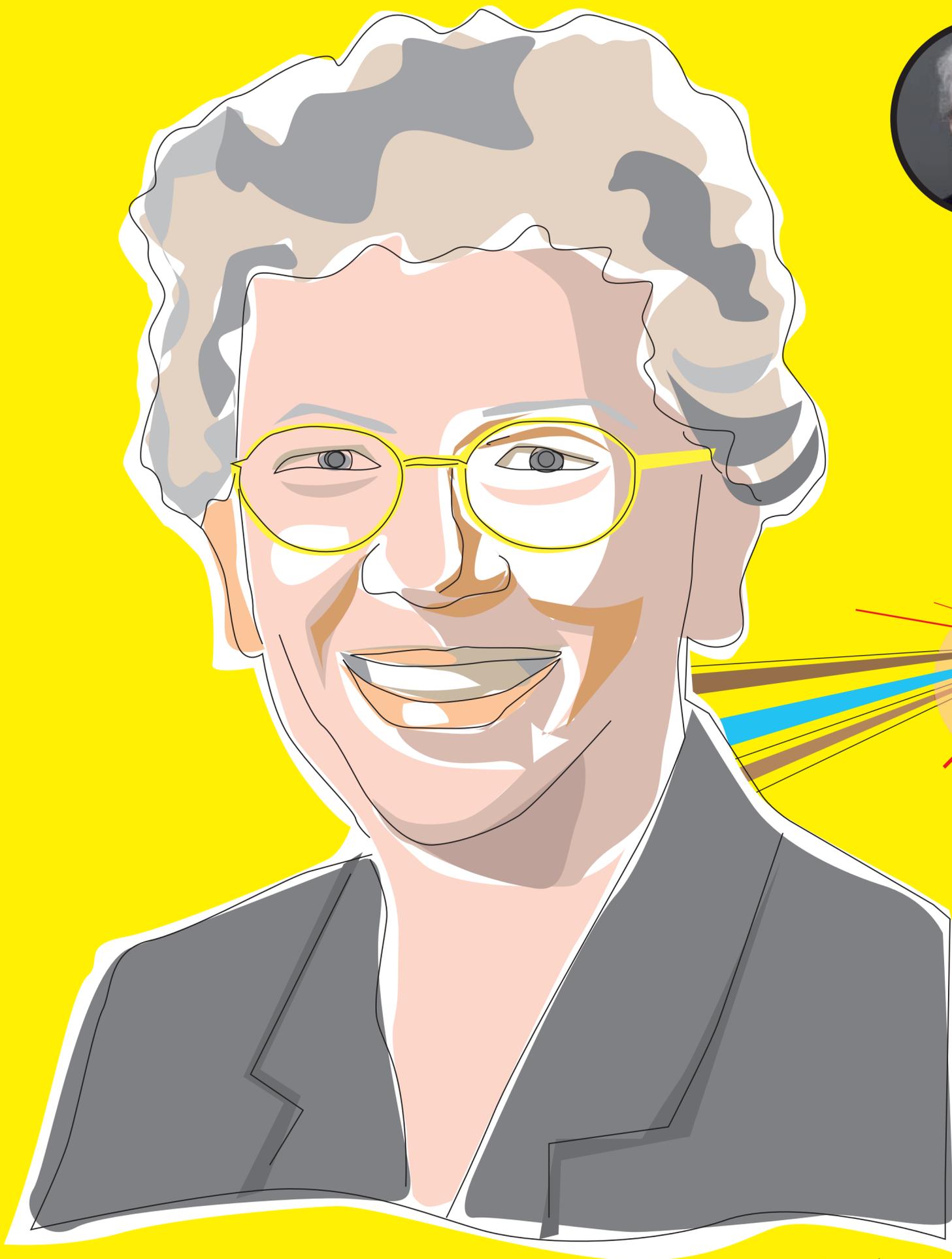
Se convirtió en la primera mujer directora en los laboratorios **Phosphor Research and Development Section** en **Sylvania** (posteriormente **GTE Electrical Products**) en Danvers, Massachusetts.

Como ingeniera química realizó contribuciones muy significativas al desarrollo de los materiales sólidos (fósforos) que emiten luz visible cuando son activados por una fuente de energía. Mejoró los tubos fluorescentes haciendo que su luz fuera más parecida a la luz natural. Desarrollo 24 patentes y puso en marcha plantas piloto.

Fue miembro de la **American Chemical Society** y de la **Electrochemical Society**. En su productiva carrera fue la primera mujer en conseguir numerosos hitos entre los que cabe señalar, el **New England Award** de la Sociedad de Ingeniería de New England, Ingeniera del Año en 1965 por la **Society of Women Engineers** y **New England Inventor** en 1991.

Además de sus investigaciones, Martha Thomas impartió clases nocturnas de Química en la Universidad de Boston de 1952 hasta 1979, y fue profesora adjunta en la Universidad de Rhode Island. Tuvo cuatro hijas en cuya educación se volcó intensamente, a la vez que desarrollaba su carrera científica.





Mary Louise Spaeth

(1938–)

Inventando el láser de colorante

Nació en Houston, Texas, en los Estados Unidos. De pequeña se interesó por la ciencia y quería ser médico, aunque se graduó en física y matemáticas en 1960 y realizó un máster en física nuclear en 1962. Ese año entró a trabajar en Hughes Research Laboratories (HRL) en California, donde en 1966 construyó un prototipo de láser sintonizable de colorante.

Gracias a sus habilidades para resolver problemas consiguió promocionarse pronto en los HRL, primero a científica senior y más tarde a directora de proyectos. Aún así, ella consideraba que las políticas de promoción de los HRL discriminaban a las mujeres científicas. En 1974 se marchó al Lawrence Livermore National Laboratory, donde perfeccionó las técnicas de separación de isótopos usando láseres de colorante y en 1999 comenzó a trabajar en la National Ignition Facility (NIF), la instalación láser más grande y energética del mundo jamás construida.

Son dos sus contribuciones fundamentales a las tecnologías basadas en la luz: la invención del láser sintonizable de colorante y el desarrollo de telémetros láser.

Se retiró en 2012 tras cincuenta años de trabajo dedicado a la investigación y siendo directora de tecnología del NIF. Se fue menos de un año antes de que los investigadores del NIF llevaran a cabo una reacción de fusión nuclear. Sus contribuciones en la óptica de láser y en la gestión de la ingeniería de sistemas fueron sin duda fundamentales para el éxito de la misión.

Katharine Burr Blodgett

(1898–1979)

La luz en los cristales

Esta científica americana destacó desde niña en ciencias, ingresando con sólo quince años en una institución universitaria. Tras graduarse la segunda de su promoción, decidió dedicarse a la investigación científica cuando visitó la planta de General Electric en Schenectady. Blodgett se matriculó en la Universidad de Chicago y empezó a trabajar sobre la absorción de gases por el carbono. La Primera Guerra Mundial estaba en su apogeo y las máscaras de gas eran necesarias para proteger a las tropas contra los gases venenosos. Recibió el título de máster M.S. en 1918.

Inventó el cristal no reflejante utilizando las interferencias producidas en una película jabonosa depositada sobre vidrio. Desarrolló un método sencillo y preciso para medir el espesor de una película a partir de la correlación entre el espesor de la película de jabón y su color. Inició con ello el campo de los recubrimientos ópticos, hoy en día universalmente utilizados en gafas, lentes, cámaras, etc.

Fue la primera mujer doctorada en Física por la Universidad de Cambridge, y la primera mujer contratada como científica en el laboratorio de General Electric, donde desarrolló una larga e intensa carrera investigadora, registrando ocho patentes.

Colaboradora durante largo tiempo de Irving Langmuir, Premio Nobel de Química en 1932, éste la describió como una dotada experimentadora con una rara combinación de capacidad teórica y práctica. Recibió numerosos honores, entre ellos la medalla Garvan de la American Chemical Society y el Fellow de la American Physical Society.





Foto: Fotografía en la Sorbona en 1987. Archivos "Contribution Women to Physics" de la Universidad de California

Yvette Cauchois

(1908-1999)

Investigando la física de los rayos X

Yvette Cauchois influye profundamente en el desarrollo de la espectroscopia, así como en la óptica de rayos X. Desarrolló un nuevo tipo de espectrógrafo con una triple ventaja de ser altamente luminoso, tener una alta resolución y ser sencillo de manipular.

Gracias a la alta calidad del espectrógrafo, fue capaz de observar, por primera vez, el espectro de rayos X emitido por gases pesados raros. Estos espectros eran desconocidos hasta el momento porque requerían un instrumento capaz de medir con mucha precisión la emisión de fuentes de rayos X con poca intensidad.

Gracias a la ganancia en luminosidad de su espectrógrafo, pudo medir con gran precisión la emisión K del espectro del argón y del xenón, incluyendo aquellas líneas de poca intensidad. Ella observó una familia de satélites y determinó por primera vez energías a nivel del interior de los átomos pesados ionizados.

Mediante la colaboración con H. H. Hulubei, comenzó la detección de elementos raros y ambos demostraron la presencia de elementos de número atómico 93 (Np) en minerales de uranio.

En Europa, Cauchois fue la primera en desarrollar y utilizar fuentes de luz sincrotrón.

Fue la segunda mujer, después de Marie Curie, en ser presidenta de la Sociedad Francesa de Química Física. En 1933 Cauchois recibió el Premio Ancel de la Sociedad de Física Francesa. Recibió cuatro premios de la Academia Francesa de ciencias. Y numerosas medallas además de la medalla de oro de la Universidad de París en 1987.

Rosalind Franklin

(1920–1958)

Fotografía 51 del ADN

Nació en Londres y se matriculó en la Facultad de Química y Física de la Universidad de Cambridge. Allí conoció a Lawrence Bragg, que obtuvo junto con su padre, William Bragg, el Nobel de Física en 1915 por demostrar que los rayos X permitían descubrir la estructura de los cristales. Así fue como Rosalind entró en contacto con la difracción de rayos X.

Se graduó en química y física en 1941 y presentó su tesis doctoral antes de que finalizara la Segunda Guerra Mundial, tras lo cual estuvo tres años en París, donde se especializó en la aplicación de técnicas de difracción de rayos X a sustancias amorfas, difíciles de analizar por la complejidad que presenta su espectro de difracción para ser interpretado.

Los avances de Rosalind en París y la posibilidad de aplicar la cristalografía de rayos X para desentrañar la estructura del ADN fueron el motivo de que en 1950 le ofrecieran ocuparse de una unidad de investigación en el laboratorio de biofísica del King's College de Londres, donde mejoró el instrumental para obtener imágenes de ADN, cambió el método y obtuvo fotografías con una nitidez que nadie había conseguido antes. En mayo de 1952 consiguió la famosa Fotografía 51, la prueba experimental de la estructura helicoidal del ADN. En ella se basaron Watson y Crick para formular en 1953 el modelo de la doble hélice.

Falleció en Londres en 1958. Cuatro años después de su muerte Watson, Crick y Wilkins recibían el Premio Nobel por sus estudios sobre la estructura del ADN.





Foto: Optical Society of America

Jean McPherson Bennett

(1930-2008)

Precisión en las medidas usando la luz

Obtuvo un doble grado en física y química en 1951 y su primer trabajo fue en física de la atmósfera en la Universidad Estatal de Pennsylvania, donde se convirtió en la primera mujer en obtener un doctorado en física en 1955. Al año siguiente y con 26 años cumplidos, entró a trabajar en una institución por aquel entonces reservada a los hombres: el Naval Air Warfare Center, donde permaneció durante toda su carrera profesional en el Laboratorio Michelson.

Durante 37 años perteneció a la Optical Society of America (OSA), de la que fue elegida **Fellow** en 1972, formó parte de su Junta Directiva entre 1978 y 1980 y tiene el mérito extraordinario de haber sido la primera mujer en ocupar la presidencia de esta sociedad científica en 1986.

Bennett recibió otros muchos premios y honores a lo largo de toda su carrera por sus contribuciones científicas a la tecnología óptica y en 1989 fue nombrada **Senior Fellow** del Centro de Armamento Naval. Cinco años después fue nombrada miembro distinguido de este centro, un honor limitado únicamente al 0.025% del personal técnico de esta institución.

Ella misma estableció en 1968 el **Bennet Prize** que reconoce la excelencia a personas graduadas en física y en 1988 el **Jean Bennet Award** que se otorga anualmente a un investigador o investigadora **senior** que ha demostrado excelencia en el campo de la óptica.

Jocelyn Bell Burnell

(1943-)

Descubriendo los faros del universo

Esta astrofísica norirlandesa pertenece al grupo de ilustres científicas (Lise Meitner y Rosalind Franklin) merecedoras del Nobel pero que, por razones varias, no llegaron a recibir.

Su interés por la astronomía la llevó a realizar el doctorado en la Universidad de Cambridge, en el grupo de Anthony Hewish, donde en 1967 detectó la primera radioseñal de un púlsar. Su exclusión entre los galardonados con el Nobel de Física en 1974 por este descubrimiento causó controversia. No obstante, ha desarrollado una exitosa y dilatada carrera profesional, habiendo trabajado en diversas universidades e instituciones dentro y fuera de Gran Bretaña.

Destacan sus aportaciones a la astronomía y en especial el descubrimiento de los púlsares estrellas de neutrones que por su densidad, rápida rotación y la no alineación de su eje de giro con su eje magnético, emiten haces de radiación electromagnética. La detección de estas radiofuentes ha permitido contrastar la teoría de la evolución estelar.

Es una de las científicas más influyentes del Reino Unido y ha recibido numerosos galardones. Entre ellos, la medalla Herschel de la Real Sociedad Británica de Astronomía en 1989 por su descubrimiento de los púlsares, y los títulos honoríficos de Dama Comandante de la Orden del Imperio Británico, así como Fellow de la Royal Society. En junio de 2015, le fue entregada la Medalla de Oro del CSIC.



INVESTIGADORAS EN LA LUZ Y EN LAS TECNOLOGÍAS DE LA LUZ

Exposición organizada por
la Sociedad Española de Óptica
y el Grupo de “Mujeres en Física”
de la Real Sociedad Española
de Física

PARTICIPAN

Pascuala García Martínez (coordinadora), UVEG
María del Mar Sánchez López, UMH
Augusto Beléndez Vázquez, UA
Ana Jesús López Díaz, UDC
Amparo Pons Martí, UVEG
Carmen Carreras Béjar, UNED
Pilar López Sáncho, CSIC
María Josefa Yzuel Giménez, UAB
María Luisa Calvo Padilla, UCM

ILUSTRACIONES

Celestí Crespo Olives

PROYECTO GRÁFICO

Xavier Vegué

