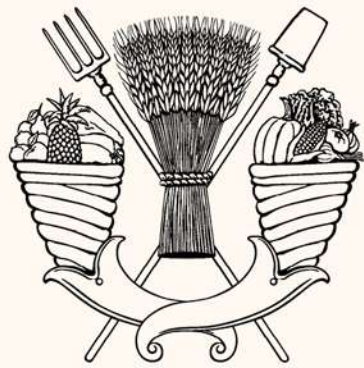




LA  
Gra  
ze  
tta

---

• UACH •



Universidad Autónoma  
**CHAPINGO**



## UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Dr. Ángel Garduño García  
*Rector*

Lic. Miguel Ángel Reyes Retana  
*Director Preparatoria Agrícola*

M.C. Rosales Villagómez Marco Polo  
*Subdirector Administrativo de la Preparatoria Agrícola*

Dr. Eduardo Almeida del Castillo  
*Subdirector Académico de la Preparatoria Agrícola*

M.C. Alejandra Villafuerte Salazar  
*Subdirectora de Investigación de la Preparatoria Agrícola*

M. en C. Miguel Hernández Alva

Biól. Laura Jocelyn Ramírez Martínez

M. en A. V. Daya Ananda Navarrete Vargas

*Laboratorio de Comunicación de la Ciencia y la Técnica (LCCyT)*

La Gazetta, Revista de Divulgación de la Ciencia  
y la Técnica Vol. 2 Núm. 1, julio de 2025.

**Dirección general de la revista:** Miguel Hernández Alva

**Dirección editorial:** Miguel Hernández Alva

**Dirección de arte y diseño:** Daya Ananda Navarrete Vargas

**Editor en jefe:** Miguel Hernández Alva

**Diseño e ilustración:** Dayananda Foraois

**Comunicación:** Laura Jocelyn Ramírez Martínez

### **Consejo editorial:**

Daya Ananda Navarrete Vargas, Nahiely Flores Fajardo, Aketzalli González Santiago, Laura Jocelyn Ramírez Martínez y Miguel Hernández Alva

### **Comité científico:**

Daya Ananda Navarrete Vargas, Nahiely Flores Fajardo, Aketzalli González Santiago, Laura Jocelyn Ramírez Martínez, Luis Alberto Ortega Gallegos y Miguel Hernández Alva

**INFORMACIÓN:** Esperamos tus comentarios, quejas y sugerencias al correo: [lagazetta.uach@gmail.com](mailto:lagazetta.uach@gmail.com). En apoyo a la pluralidad, todos los correos serán leídos, analizados y, en su caso, publicados en el siguiente número de la revista a que se refieran. La información publicada será responsabilidad de los autores y no del editor. Esto no refleja necesariamente el criterio de la institución.






Julio de 2025. Volumen 2. Número 1. La Gazetta Revista de Divulgación de la Ciencia y la Técnica, editada por el personal académico de la Universidad Autónoma Chapingo, en las oficinas del Laboratorio de Comunicación de la Ciencia y la Técnica (LCCyT). Registro ISSN en trámite.

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida total o parcialmente sin citar la fuente. El contenido de los anuncios es responsabilidad de los anunciantes y no del editor.

Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 Carretera México- Texcoco, Chapingo, Texcoco, estado de México, México. C.P. 56230. Laboratorio de Comunicación de la Ciencia y la Técnica (LCCyT), Edificio H, planta baja. Departamento de Preparatoria agrícola.

¡Navega usando los íconos de cada artículo o sección!

# ÍNDICE

-  **A 100 AÑOS DE LAS ONDAS DE MATERIA DE DE BROGLIE:** su conexión con la agroindustria **2**
-  **PLANTAS PARA TODOS:** *Ariocarpus agavoides* **26**
-  **AVES Y TEORÍA CUÁNTICA:** cuando la física invisible guía las migraciones **33**
-  **LA COMPUTACIÓN CUÁNTICA,** el nuevo villano del cine **49**
-  **CRIATURAS FANTÁSTICAS DE ORIENTE Y COMO CONSERVARLAS:** Mirlo primavera (*Turdus migratorius*) **54**



A 100 AÑOS DE LAS  
**ONDAS** DE  
**MATERIA**  
PROPUESTAS POR  
**DE BROGLIE**  
SU CONEXIÓN CON LA AGROINDUSTRIA

*Por: Paul Olalde-Velasco,  
César García-Pérez  
y Héctor Medel-Cobaxin*

**LOUIS DE BROGLIE**

Premio Nobel de Física, 1929



**I**maginemos que eres joven, tienes alrededor de 32 años, eres parte de una familia aristócrata francesa en el primer cuarto del siglo XX, y así ha sido en tu familia por cerca de tres siglos, ¿Qué harías en esas circunstancias? ¿Te imaginas las oportunidades que tu condición te ofrecen? ¿Buscarías una vida de placeres y desenfreno como el grueso de la sociedad actual? O, tal vez, buscarías cultivarte y desarrollar tus capacidades de la mejor manera; dadas tus condiciones privilegiadas, convicciones e intereses, y quizá contribuir, desde tu lugar en el mundo a mejorar las condiciones de vida, no solo tuyas y los más cercanos a ti, sino de la sociedad. Habiendo tantísimos problemas que resolver: medioambiente, energía, economía, salud, etc. Ante esta encrucijada se encontraba **Louis-Victor Pierre Raymond de Broglie**, un joven aristócrata francés, quien por allá de 1924 propuso que la materia se comporta como onda y como partícula al

**mismo tiempo**, idea que vino a revolucionar completamente nuestro entendimiento sobre la materia y su estructura. Y por esta razón, ganó el Premio Nobel de Física en 1929.

Curiosamente, antes de lograr este valioso aporte e incluso antes de enfocarse en la física, Louis de Broglie estudiaba letras e historia. Siendo un ejemplo de que si estás estudiando en algo que no te apasiona, aún puedes cambiar, volver a empezar. Y con trabajo y dedicación llegar a resolver, por ejemplo, la cuantización de la gravedad y ganar un Premio Nobel en Física o resolver el problema de remover el exceso de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y ganar el de Química, o la cura del cáncer y ganar el de Medicina o escribir sobre la vida y tu universo interior y ganar el de Literatura entre tantas otras posibilidades. Es tu decisión.

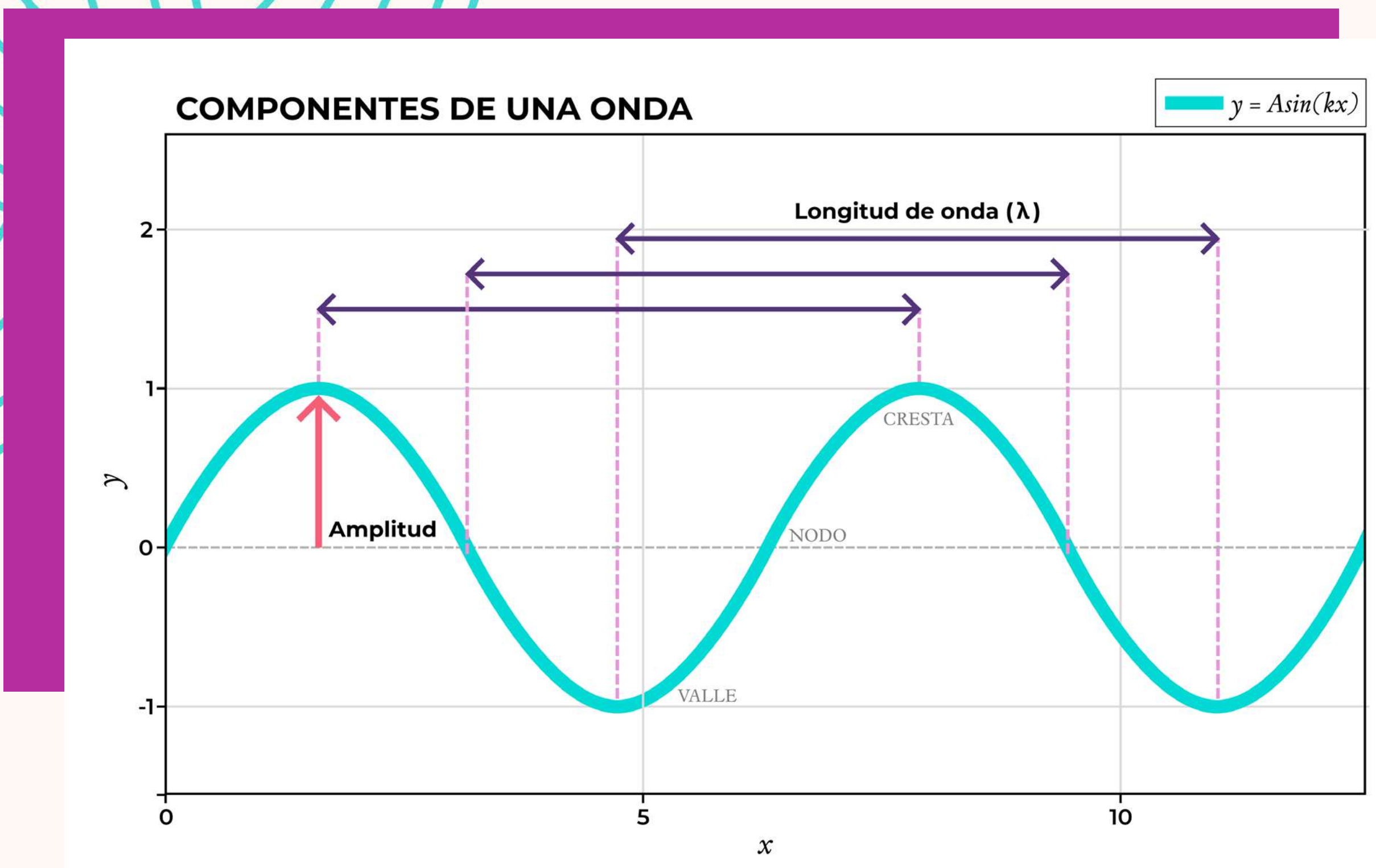
Siguiendo con el tema central, tenemos la siguiente pregunta: ¿Qué es esto de la dualidad onda-partícula en la materia? También conocido como ondas de materia. Bien, resulta que en el nivel al que desarrollamos nuestras actividades diarias, en la escala humana, las ondas y las partículas se comportan de manera contrastantemente diferente. Desde inicios de 1900 ya se había establecido que **la radiación electromagné-**

tica (ondas de radio, microondas, radiación infrarroja, luz visible, radiación ultravioleta, rayos X y rayos Gamma), que se entendía como una onda, expresaba también un comportamiento de partícula. Louis de Broglie usó esta idea y planteó la posibilidad de que, a su vez, las partículas microscópicas (partículas subatómicas, átomos y moléculas) también se comportan como ondas. ¿Cómo? revisemos antes nuestra experiencia respecto a las ondas y las partículas.

**Las ondas son una perturbación que se propaga en un medio** (por ejemplo, las ondas sonoras) **o en el espacio** (ondas electromagnéticas o de luz) **transportando sólo energía, no materia. Estas, a medida que se propagan se expanden, no están localizadas en un punto definido y ocupan una región amplia en el espacio.** Las podemos caracterizar en términos de su propagación oscilatoria mediante parámetros como: su longitud de onda ( $\lambda$ ), que es la distancia entre dos crestas o valles consecutivas (o cada tres nodos,

puntos de valor cero) en la onda; frecuencia (ciclos por unidad de tiempo); amplitud (altura de la onda) o velocidad (Figura 1).

Además, **cuando las ondas se encuentran, interfieren entre sí dando lugar a patrones de interferencia: constructiva** (se suman las amplitudes de las ondas) **o destructiva** (se cancelan las amplitudes de las ondas), como los observados cuando las gotas de lluvia caen sobre la superficie de un charco o estanque.



**Figura 1.** Componentes de una onda sinusoidal (caracterizada por tener una oscilación suave, periódica y continua): **amplitud** y **longitud de onda** ( $\lambda$ ), obtenida a partir de la distancia entre crestas, valles o nodos.

Por su parte, **las partículas tienen masa, y ocupan un espacio bien definido, están pues localizadas y tienen una posición específica.** Estas partículas también **pueden tener carga eléctrica o no** (electrones, protones, granos de arena...). **Su desplazamiento sigue trayectorias y cuando coliden** (chocan), **las partículas involucradas cambian sus trayectorias**, pues al tener masa y velocidad, tienen momento o cantidad de movimiento, que es un “impulso” o “fuerza de impacto” determinado por la masa de la partícula y la velocidad a la que se mueve ( $p = mv$ , donde  $p$  es el momento de la partícula,  $m$  su masa y  $v$  su velocidad).

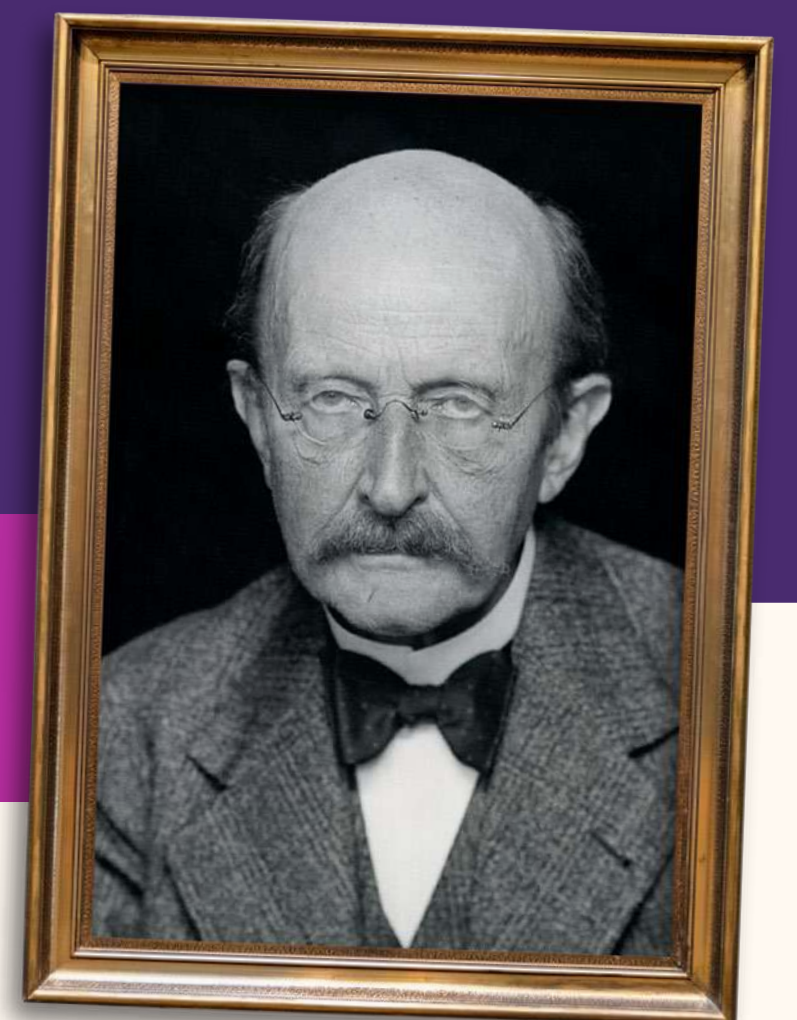
Intuitivamente, sabemos que las piedras (partículas) se comportan diferente de las olas (ondas). La idea que **De Broglie plantea** es que las partículas también tienen una longitud de onda, más específicamente, **que todo objeto en movimiento tiene una longitud de onda asociada, determinada por su masa y su velocidad en función de la constante de Planck (h), un número tan infinitamente pequeño que deja claro que esta 'naturaleza de onda' sea visible únicamente en objetos diminutos, como los electrones.** Esto es descrito mediante la expresión:  $\lambda = h/p = h/mv$ , donde h es la constante de Planck, p es el momento de la partícula, m y v son la masa y la velocidad de la partícula.

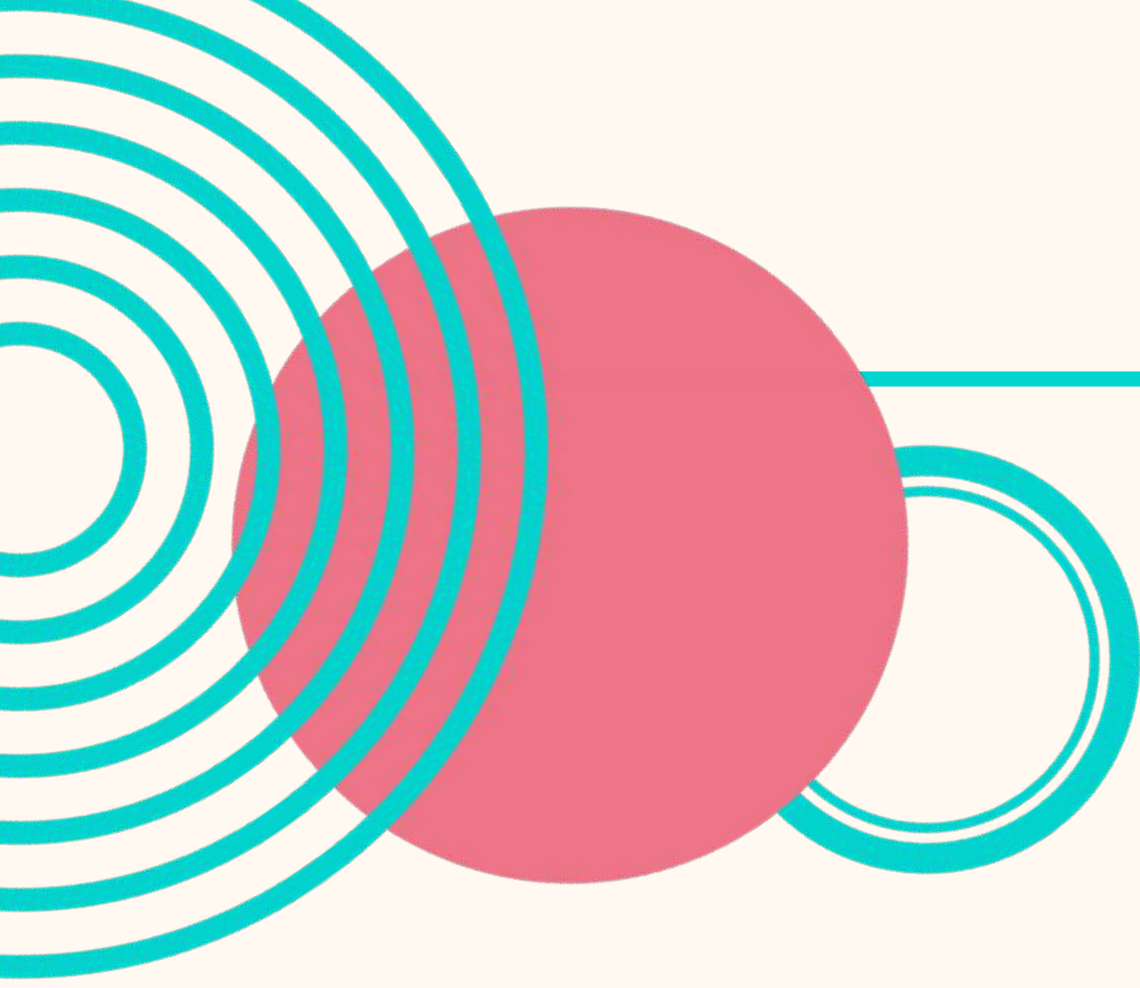
**h**

En 1900, Planck intentaba resolver el enigma de por qué los objetos cambian de color al calentarse. Para lograrlo, usó el “truco” matemático de asumir que la luz no se emite de forma continua sino en paquetes mínimos e indivisibles definidos por una cifra específica:  $h$ , cuyo valor es de  $6.626 \times 10^{-34}$  J's (Julios - segundo). Esta constante se convirtió en el “píxel” o medida base de la física cuántica.

**MAX PLANCK**

Premio Nobel de Física, 1918





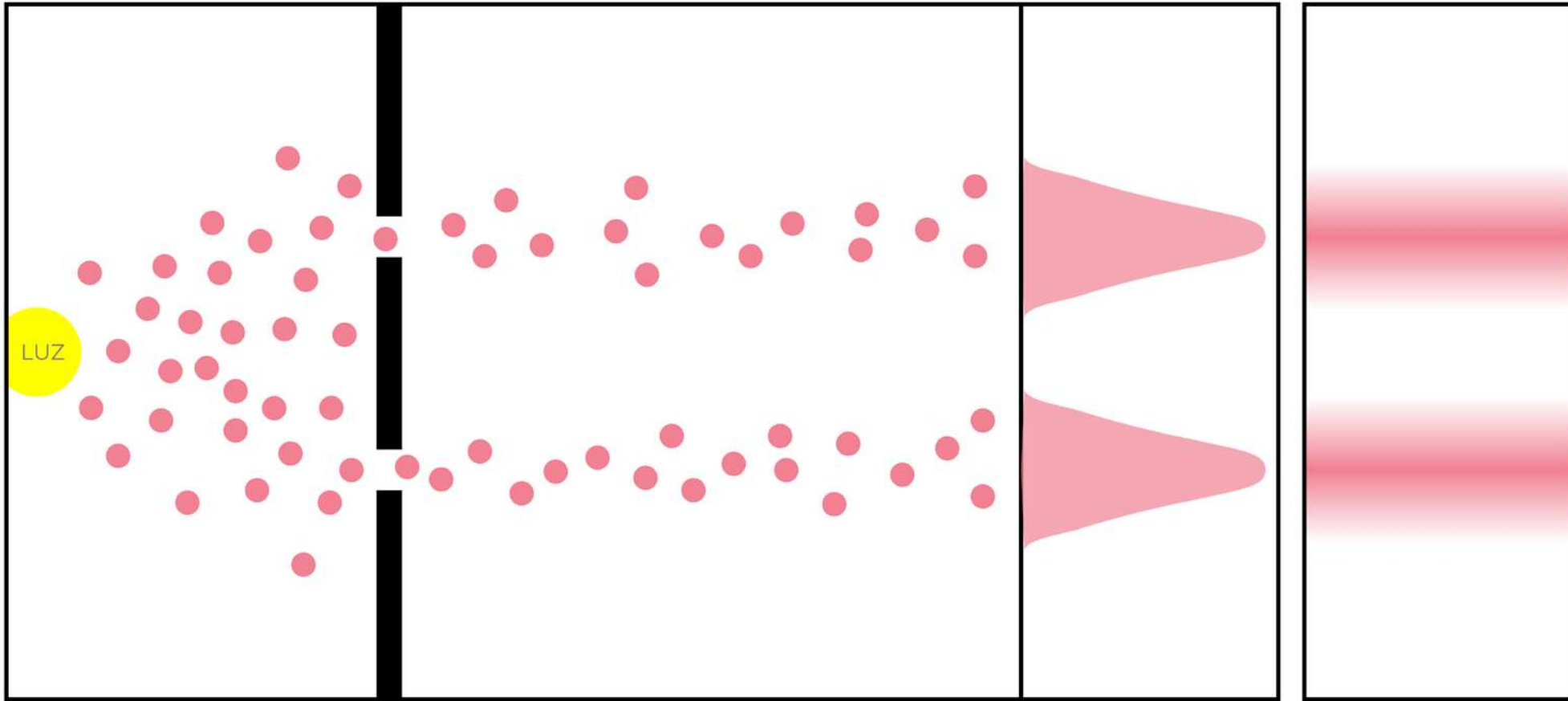
## LUZ: LA ONDA QUE RESULTÓ SER PARTÍCULA

Sí, en realidad no hay nada en el mundo a nuestra escala observacional (nuestros sentidos) que nos permita percibir directamente esta dualidad. Sin embargo, aunque en nuestro día a día típicamente no reflexionamos sobre la naturaleza de la luz, en ella hay pistas perceptibles de esta dualidad. La vemos como un rayo recto pero la luz tiene la capacidad de ‘doblar’ las esquinas al pasar por una puerta (un fenómeno llamado difracción), comportándose justo como una ola de mar al rodear un muelle.

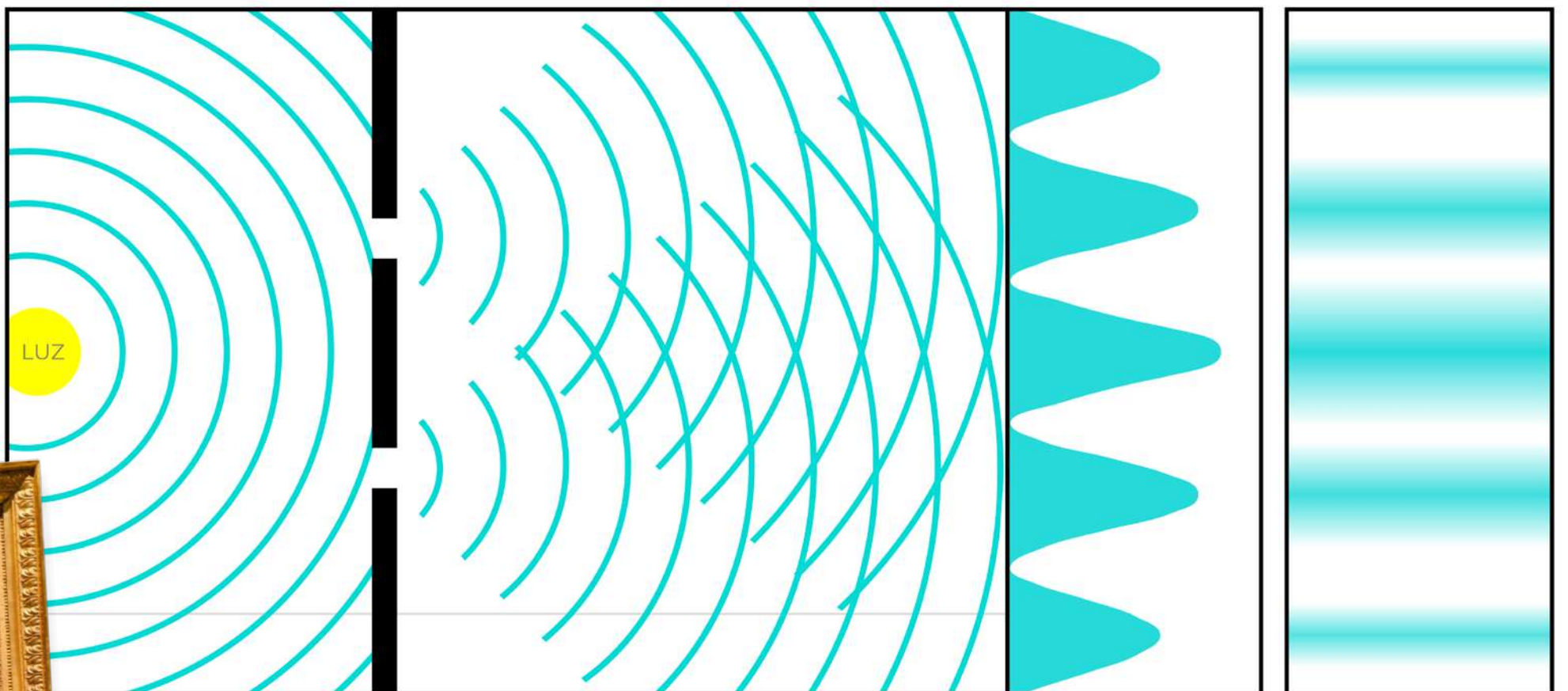
Históricamente, **Thomas Young había establecido en 1801 que la luz se comporta como una onda con el famoso experimento de la rendija doble**, en el cual hizo pasar luz a través de dos rendijas muy estrechas. Si la luz se comportara únicamente como partícula, habría visto dos franjas brillantes en la pared, pero Young observó un patrón de muchas franjas claras y oscuras, a esto se le llama interferencia y es un comportamiento propio de las ondas (Figura 2).



RESULTADO ESPERADO SI LA LUZ SE COMPORTARA COMO UNA PARTÍCULA

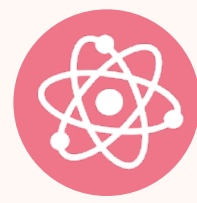


RESULTADO OBTENIDO, DEMOSTRANDO QUE LA LUZ SE COMPORTA COMO UNA ONDA

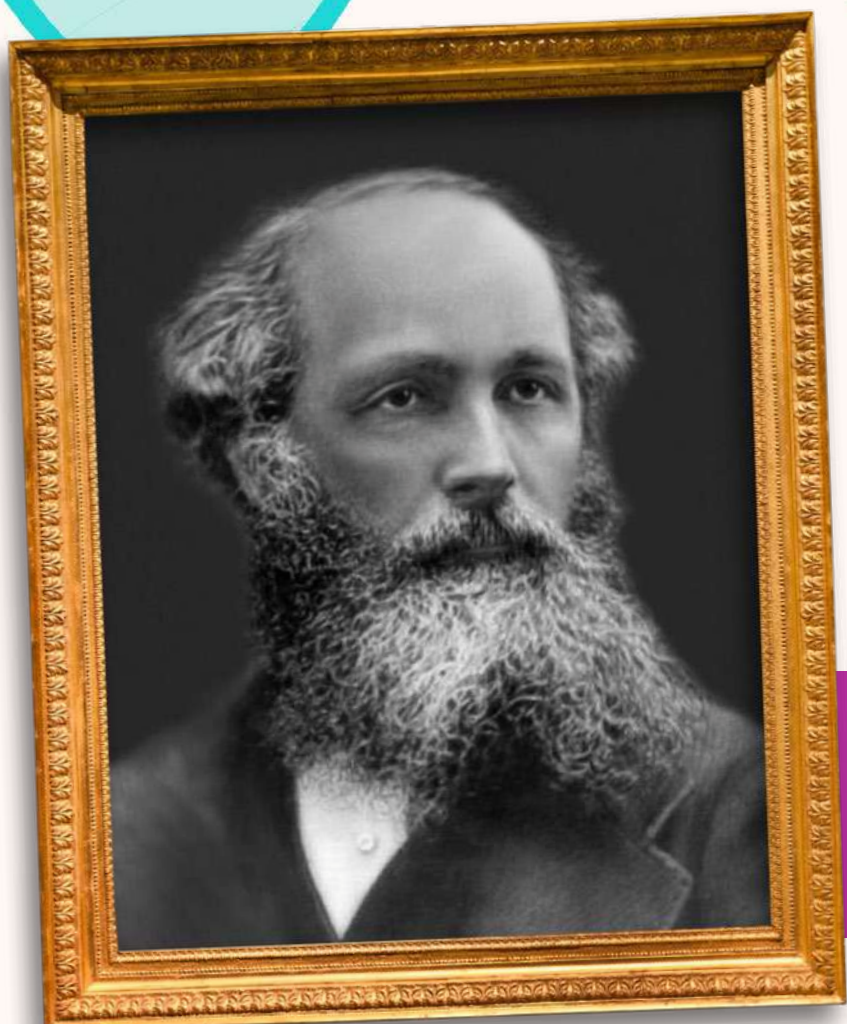


**THOMAS YOUNG**  
(En su época aún no existían los Premios Nobel)

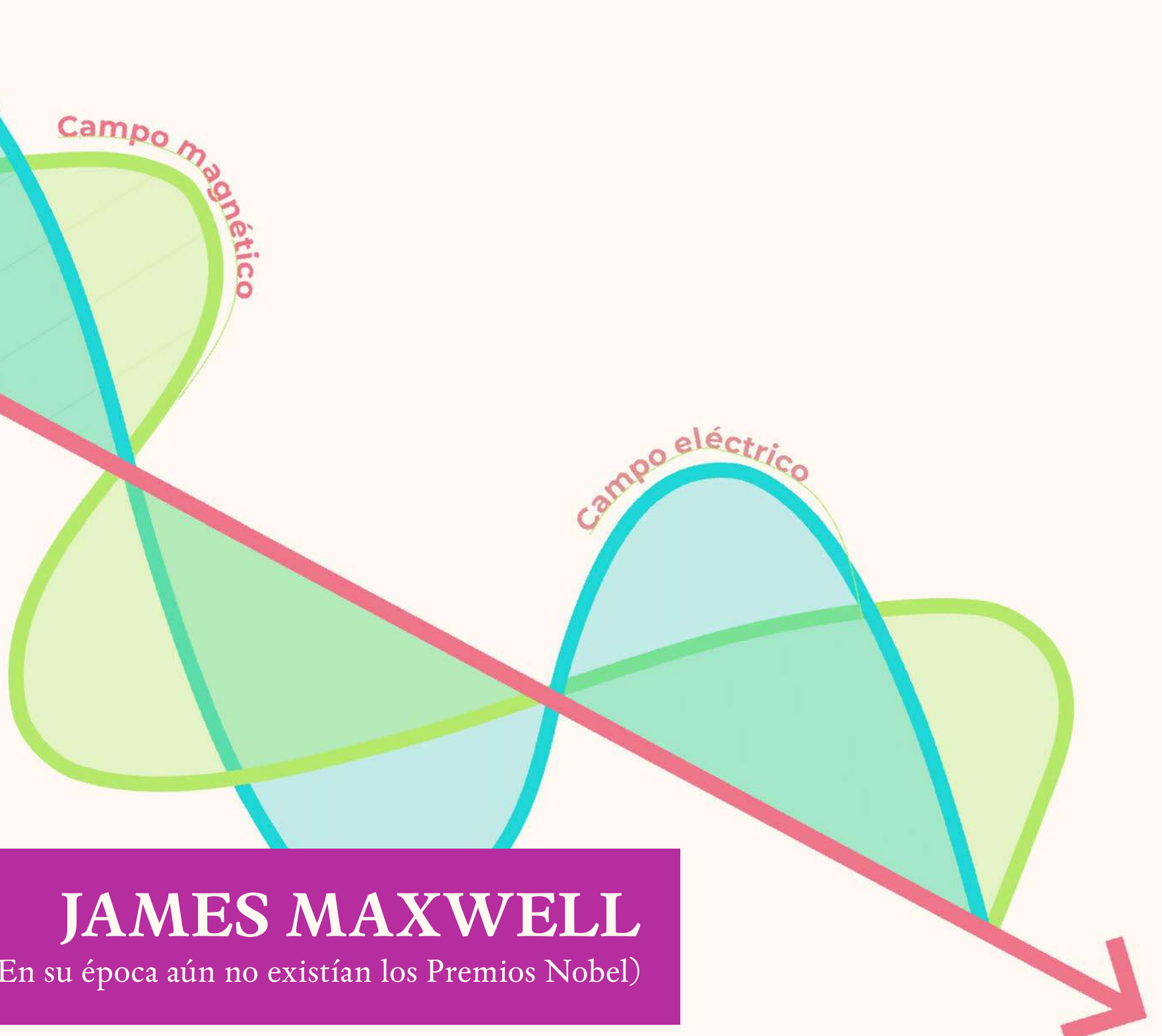
**Figura 2.** Experimento de la rendija doble de Young: en una cámara oscura introdujo una fuente de luz que fue dirigida hacia un obstáculo con dos pequeñas rendijas, provocando que el haz de luz se dividiera y proyectara el resultado en la pared opuesta. De comportarse como una partícula, tan solo se verían dos grandes acumulaciones sin interferencia, pero Young obtuvo un patrón de interferencia con máximos y mínimos, resultado de la interacción entre las ondas de la luz al propagarse.



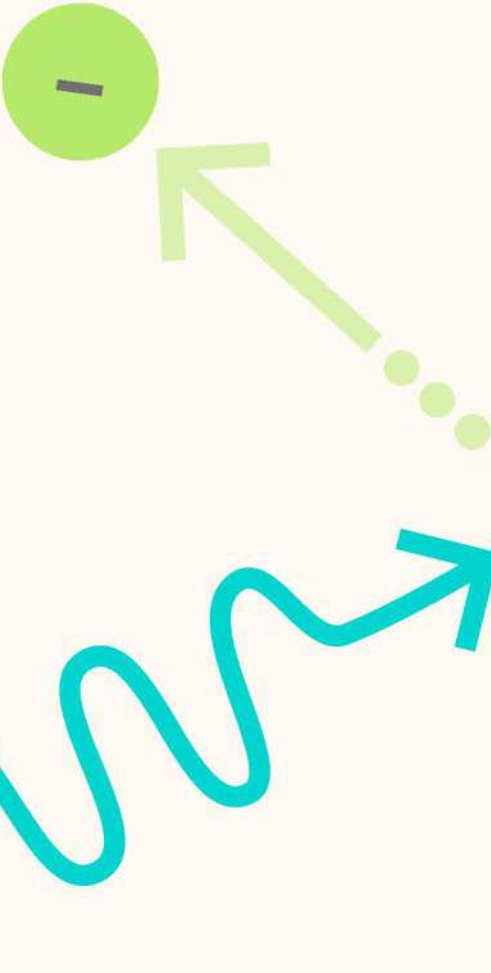
Posteriormente, este comportamiento fue explicado por **James Maxwell** (1860), quien unificó la electricidad y el magnetismo en una sola teoría y **demostró que la luz es una onda electromagnética; es la unión de un campo magnético y uno eléctrico que se impulsan mutuamente a través del espacio, viajando a 300,000 km/s** (la velocidad de la luz). Pero esto no explicaba dos fenómenos extraños: la absorción de radiación por un cuerpo negro (que absorbe toda la luz) y el efecto fotoeléctrico (fenómeno donde la luz ultravioleta hace que metales emitan electrones de su superficie). Es decir, ¿Por qué los objetos calientes emiten luz de ciertos colores y no de otros? y ¿Por qué la luz ultravioleta arranca electrones de un metal?



**JAMES MAXWELL**  
(En su época aún no existían los Premios Nobel)

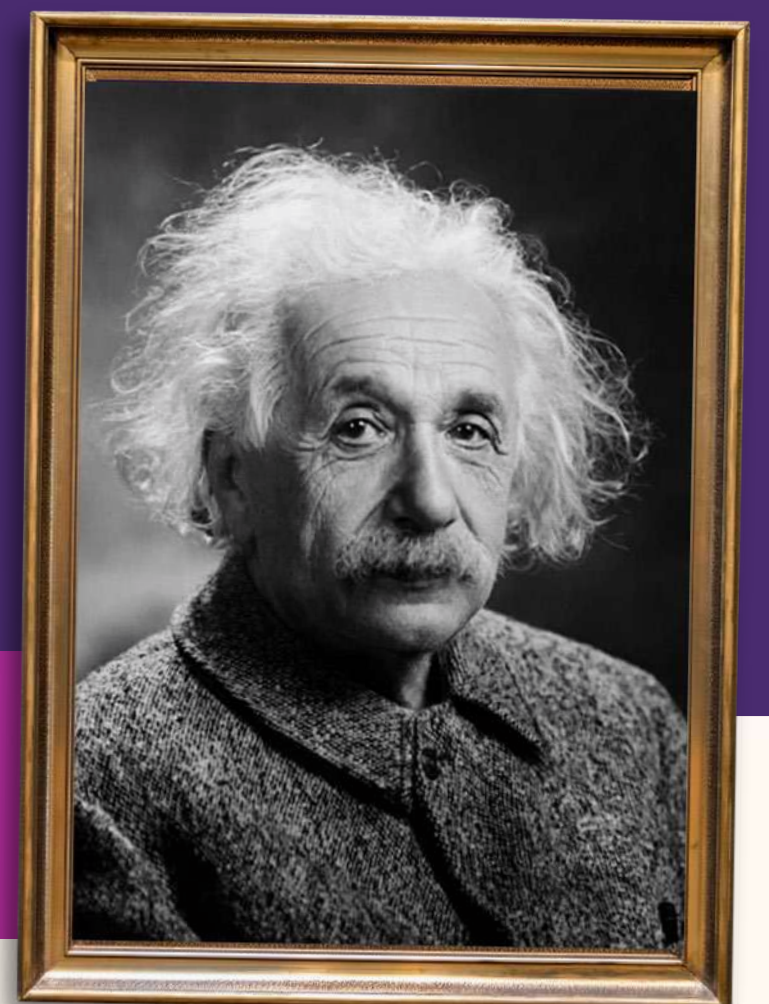


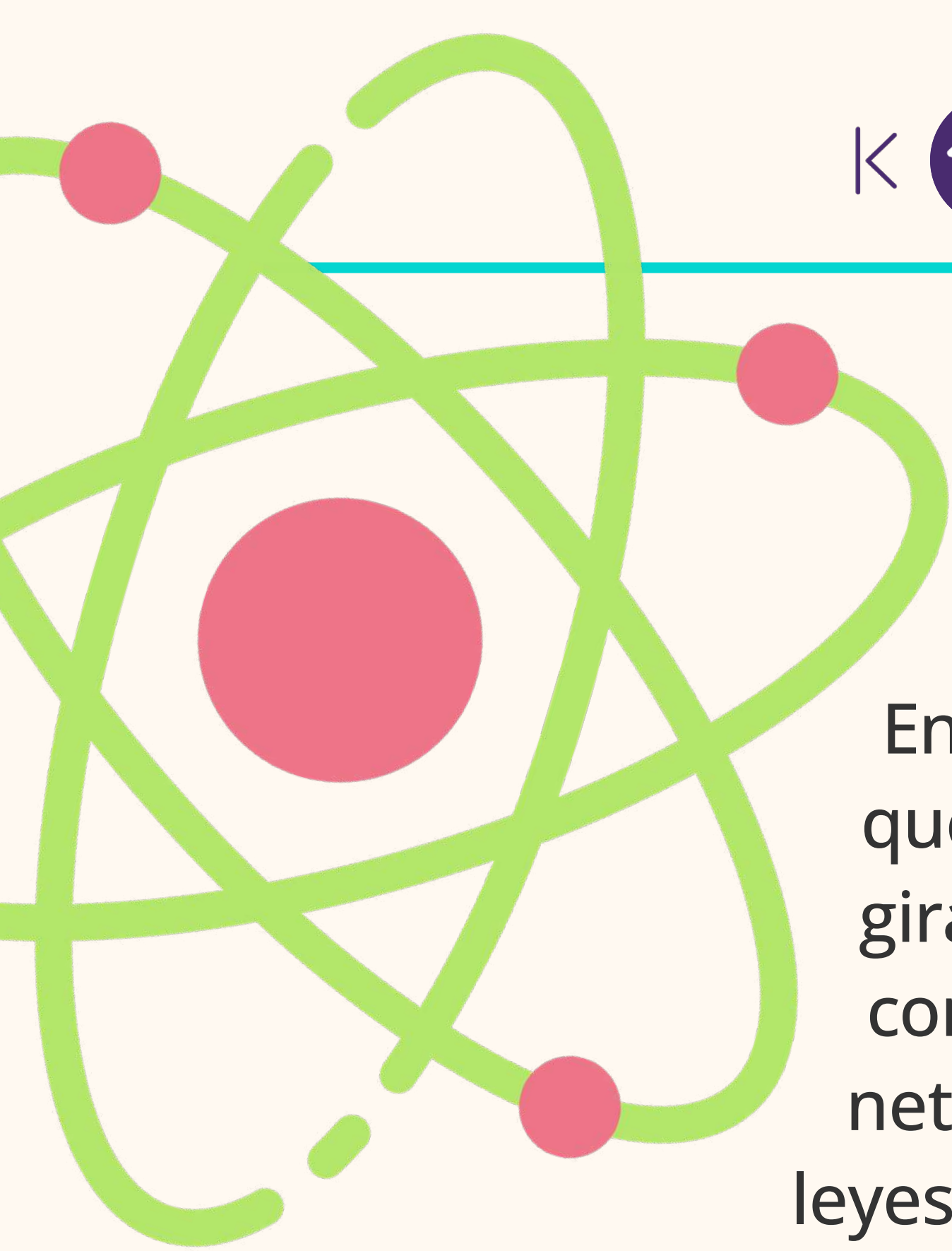
Al respecto, allá por inicios de 1900, **Max Planck y Albert Einstein** resolvieron estos problemas, obteniendo cada uno su respectivo Premio Nobel. **La solución de ambas interrogantes se logró al considerar que la radiación electromagnética intercambia energía con la materia de manera cuantizada, es decir, el intercambio se da en forma de escalones o niveles de energía bien definidos, como pequeños paquetes de energía, llamados fotones. Esto estableció que la luz se comporta a nivel microscópico como partícula y no solo como onda.** Los fotones poseen una determinada cantidad de energía ( $E$ ), que depende de su frecuencia ( $\nu$ ) o de su longitud de onda en función de la constante de Planck; expresado con fórmula:  $E = h\nu = hc/\lambda$  donde  $h$  es la constante de Planck,  $\nu$ ,  $c$  y  $\lambda$  son la frecuencia, la velocidad de la luz y la longitud de onda, respectivamente.



En 1905, Albert Einstein utilizó la constante establecida por Planck y la llevó más allá. Al estudiar cómo la luz arranca electrones de un metal (efecto fotoeléctrico), demostró que esos paquetes de Planck no eran solo un “truco” matemático, sino entidades físicas: partículas de luz que hoy llamamos fotones.

**ALBERT EINSTEIN**  
Premio Nobel de Física, 1921





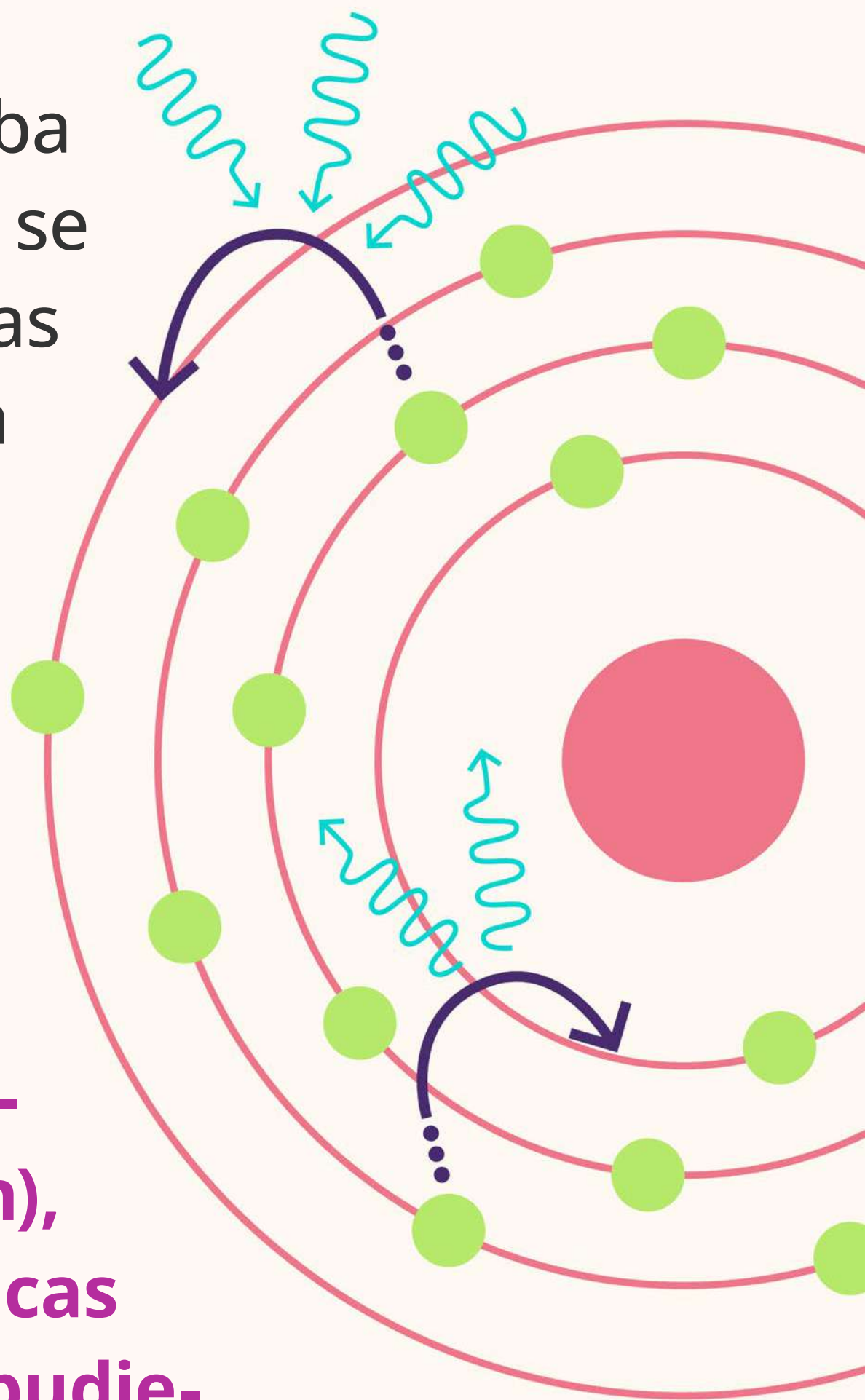
## DE BROGLIE Y EL ÁTOMO QUE VIBRA

En aquella época se planteaba que en el átomo, los electrones giraban en torno al núcleo, el conocido modelo atómico planetario. Pero, al considerar las leyes de la física ya establecidas a esa fecha, este modelo, incluso para el átomo más sencillo de todos, el hidrógeno (con tan sólo un electrón y un protón en su núcleo), no podía explicar cómo el electrón se mantenía orbitando al núcleo en lugar de caer hacia él, emitiendo radiación electromagnética de manera continua, y no de manera discreta, como se observaba experimentalmente.

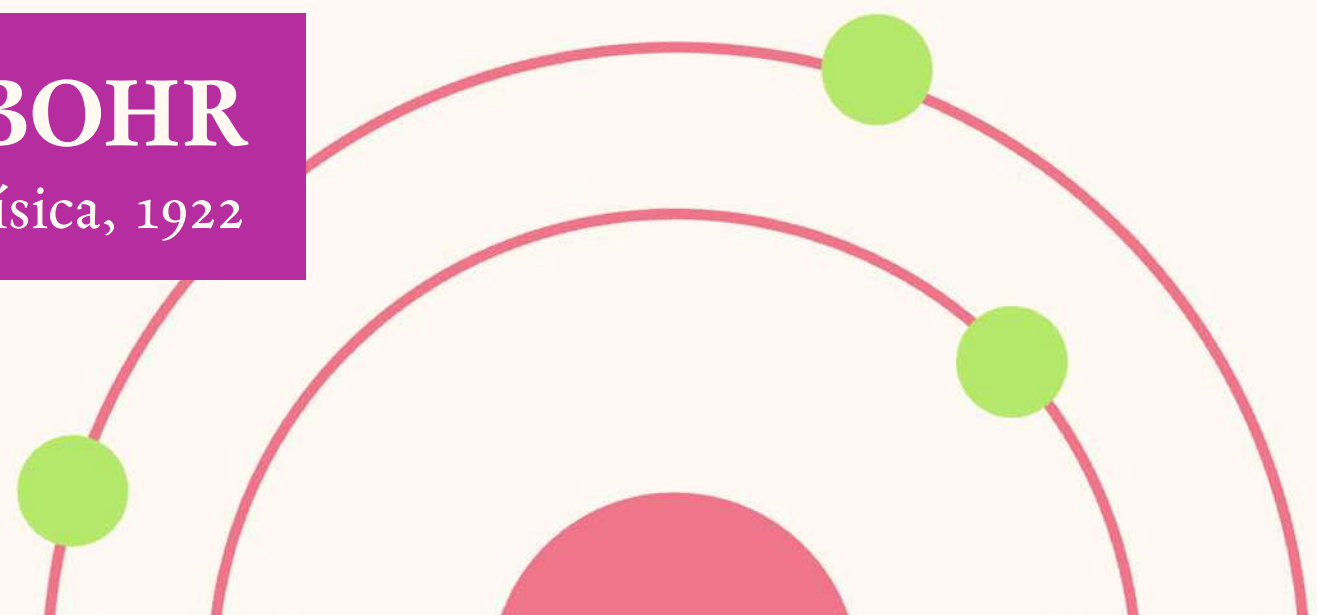
Fue **Niels Bohr**, quien posteriormente **propuso que mientras el electrón esté en ciertas órbitas estables** (como los escalones de una escalera) **este no emitirá radiación electromagnética, y solo lo hará al cambiar a órbitas de mayor/menor energía** (subir o bajar escalones), absorbiendo o emitiendo una cantidad de energía igual a la diferencia de energía entre los niveles involucrados.

Sin embargo, Bohr no lograba explicar por qué los electrones se mantenían estables en esas órbitas en específico, sin emitir radiación electromagnética como lo hace toda carga acelerada. Es aquí donde el pensamiento de **De Broglie** brilla, al hacer un ejercicio de imaginación y suponer que **si la luz (una onda típica) se comportaba a nivel microscópico como una partícula (el fotón), tal vez las partículas subatómicas como los electrones también podrían comportarse como ondas** (Figura 3).

Resolviendo parcialmente el problema de la emisión de radiación por el movimiento de los electrones en torno al núcleo (en realidad hoy sabemos que los electrones no orbitan al núcleo como los planetas al sol). Este razonamiento fue parte de la tesis doctoral de De Broglie en 1924.



**NIELS BOHR**  
Premio Nobel de Física, 1922





**Figura 3.** Se presenta una imagen generada por inteligencia artificial que busca representar la dualidad onda-partícula del electrón. La partícula está deslocalizada como una onda a lo largo de toda la imagen ondulatoria.

**Pocos años después**, en 1927, **la propuesta de De Broglie fue verificada** de manera independiente por dos grupos de investigadores: los físicos experimentales estadounidenses **Clinton Davisson** y su asistente **Lester Germer**, trabajando para los laboratorios de investigación de AT&T en Nueva York; y **George. P. Thomson** (hijo de J.J. Thomson quien descubrió el electrón) y su estudiante **Alexander Reid** en la Universidad de Aberdeen, Escocia. Estos experimen-

**CLINTON DAVISSON**  
Premio Nobel de Física, 1937

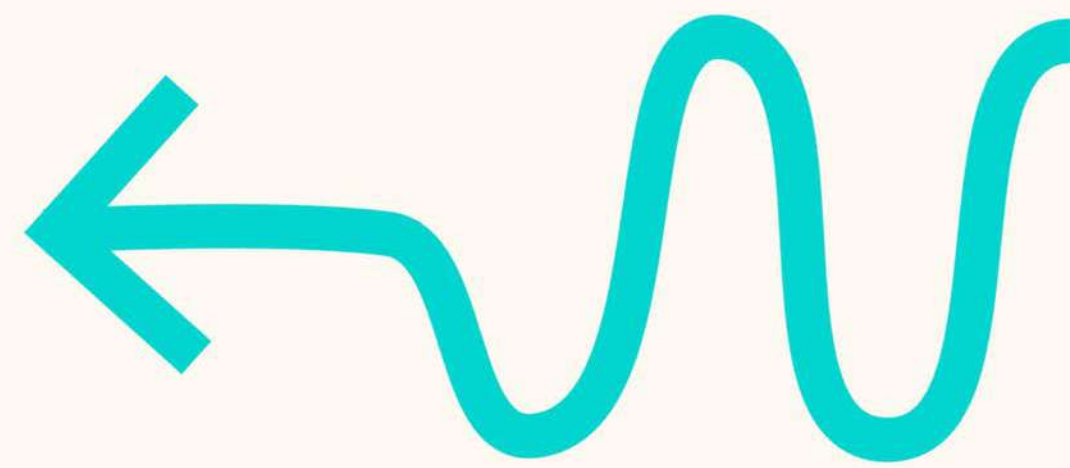


tos consistieron en acelerar y hacer incidir electrones sobre un cristal de níquel (sí, los metales elementales son cristales) o películas delgadas de metales y celulosa, obteniendo como resultado la observación de patrones de difracción semejantes a los que se conocían al irradiar rayos X sobre los mismos materiales, **siendo**

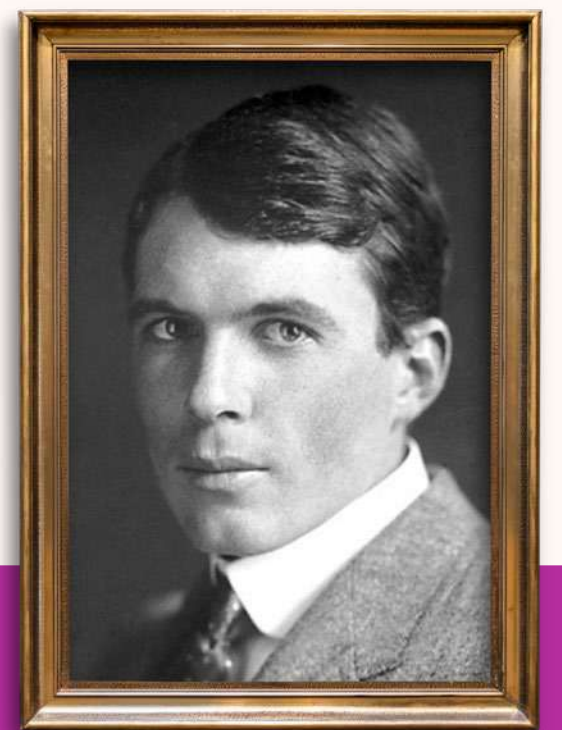
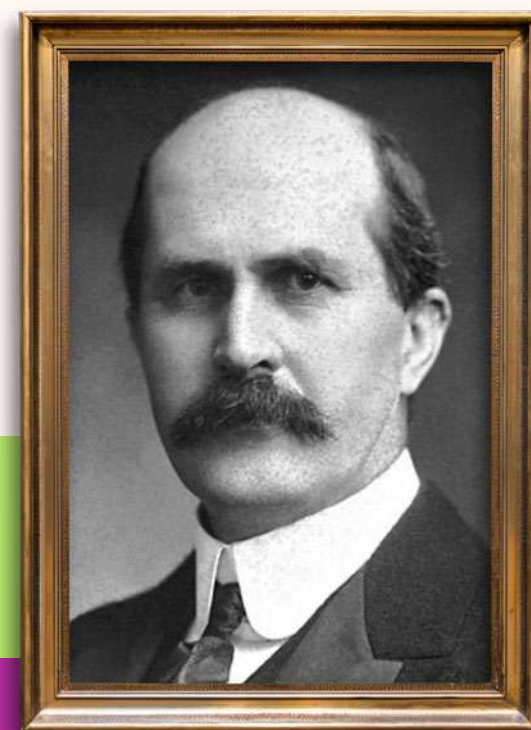
**una prueba inequívoca de la naturaleza ondulatoria de la materia, en este caso de los electrones.**



**GEORGE. P. THOMSON**  
Premio Nobel de Física, 1937



**HENRY Y LAWRENCE BRAGG**  
Premio Nobel de Física 1915



Ya por esos días, Henry Bragg y su hijo Lawrence, habían ganado el Nobel de Física de 1915 por desarrollar un instrumento y una relación matemática que, utilizando la naturaleza ondulatoria de los rayos X, permitía entender el arreglo periódico de los átomos en los cristales. Entonces, dado que los rayos X son radiación electromagnética de longitud de onda muy corta,  $10^{-10}$  m. Comparable a la distancia que existe entre los planos de átomos en los cristales, la observación directa de patrones de difracción semejantes usando electrones en lugar de rayos X, fue una prueba inequívoca de la naturaleza ondulatoria de la materia, en este caso de los electrones.

La idea de De Broglie fue incorporada, antes de su verificación experimental, en el trabajo de mecánica ondulatoria propuesto por **Schrödinger en 1926, que trataba a los electrones en los átomos como ondas estacionarias** y constituye una de nuestras teorías más sólidas para entender la estructura de la materia a nivel microscópico.

En 1926, Schrödinger llevó la idea de De Broglie al siguiente nivel. En lugar de solo imaginar al electrón como una cuerda vibrando, desarrolló una compleja ecuación matemática para describir su comportamiento. Gracias a él, dejamos de ver al átomo como un sistema de órbitas rígidas y empezamos a entenderlo como ‘nubes de probabilidad’ llamadas orbitales. Esta base matemática es la que permite a la ciencia moderna entender cómo los átomos se unen para formar las complejas moléculas que hoy estudiamos en el campo y la industria.



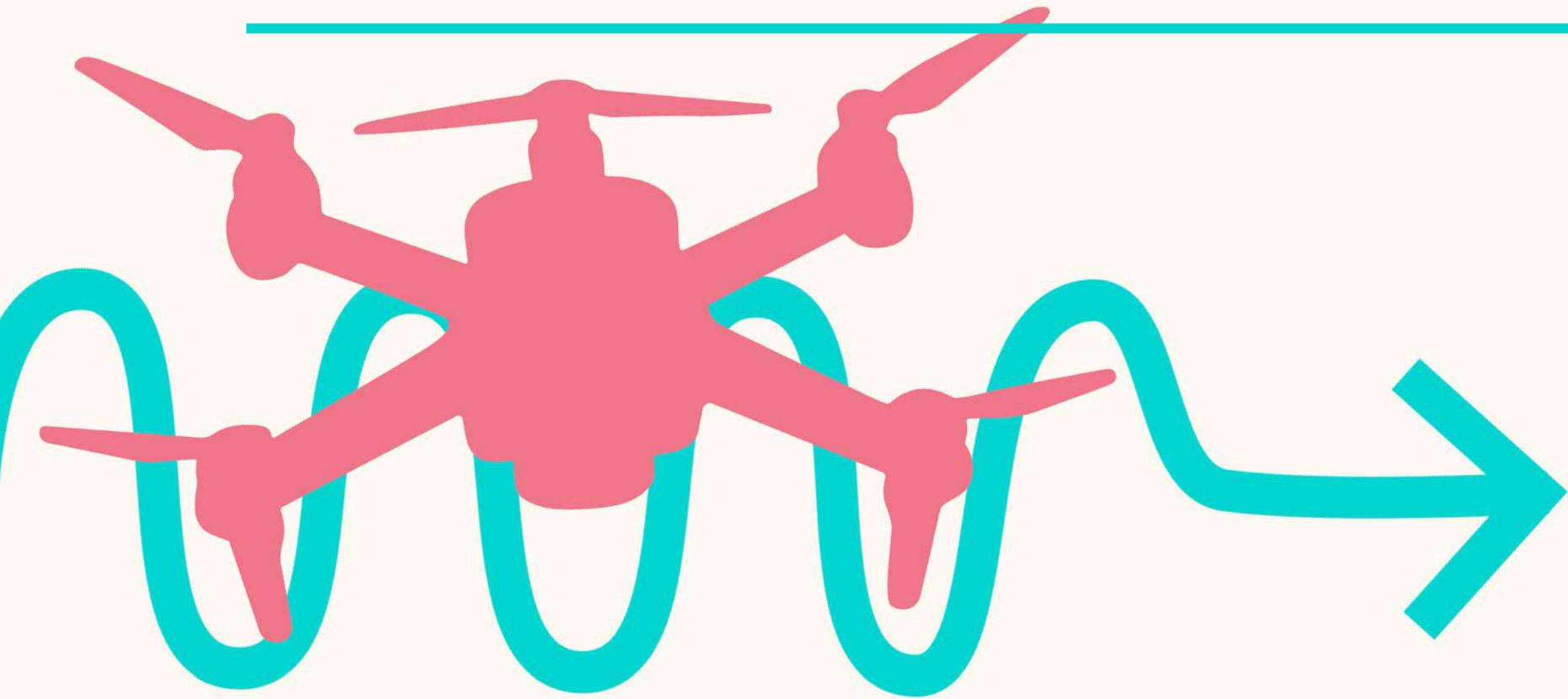
**ERWIN SCHRÖDINGER**

Premio Nobel de Física, 1933

## COSECHANDO CIENCIA: EL LEGADO DE DE BROGLIE

Una pregunta razonable que surge ante toda esta información es: ¿Hasta dónde las ondas de materia dejan de ser observables? De hecho, el punto de inflexión entre física clásica y cuántica no es del todo claro, a la fecha se han detectado ondas de materia en moléculas que exceden su masa en 10,000 unidades de masa atómica ( $1 \text{ uma} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ), o sea, aproximadamente 182,000 veces la masa de un electrón ( $9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ), pero **¿por qué alguien estudiando la biología de las plantas o ingeniería agrícola necesitaría saber esto?** Sin duda, la respuesta puede darse a varios niveles, y aparentemente carece de una conexión práctica o útil, pero no es así, ya que **este conocimiento provee claves sobre procesos fundamentales en la naturaleza e impacta a las tecnologías relacionadas con la investigación, manejo de cultivos y monitoreo ambiental.**

Por ejemplo, la fotosíntesis (literal síntesis usando fotones), no es solo 'luz tocando una hoja', es una interacción cuántica precisa entre los fotones y la clorofila.

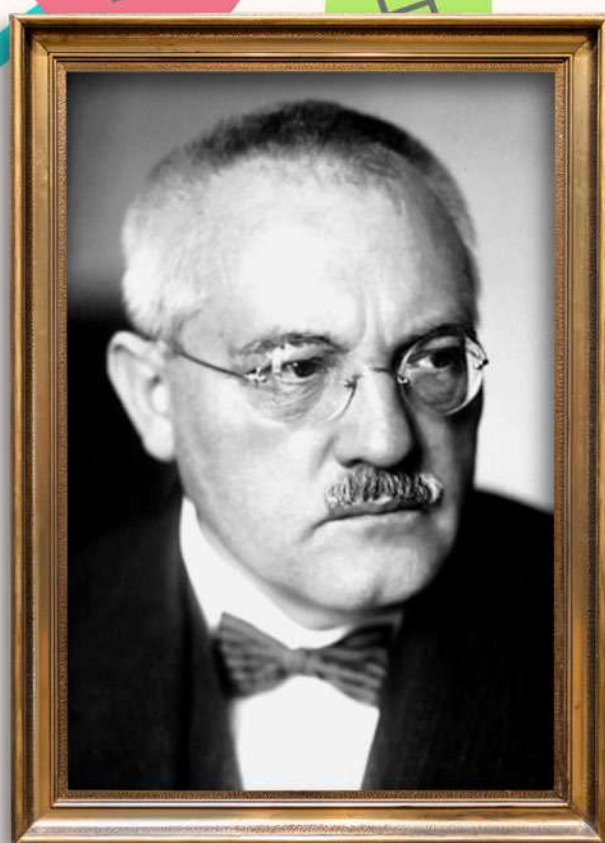


En este último sentido, **existen experimentos sobre el efecto que la energía de los fotones y la intensidad de iluminación tienen en el crecimiento de plantas.** En monitoreo remoto, usando satélites, drones o cámaras, estos dispositivos operan bajo la dualidad onda-partícula de la radiación electromagnética en sus sistemas de detección. En **análisis de suelos, mediante técnicas espectroscópicas**, ya sea de rayos X, espectroscopía ultravioleta-visible o infrarroja, podemos conocer la composición del suelo, porque cada átomo tiene una 'huella dactilar' única: absorbe fotones de energía específicos que revelan su identidad y su entorno químico.

El **uso de nanotecnología** (1 nanometro =  $1 \times 10^{-9}$  m) **para la síntesis de fertilizantes y pesticidas** involucra el entendimiento de la reactividad de estas partículas o moléculas a nivel microscópico, mecánico-cuántico. En todos estos casos, el desarrollo y la aplicación de diferentes tecnologías que buscan ofrecer soluciones innovadoras que potencien la productividad en un marco de desarrollo sostenible está fundamentado, entre otros principios, en la dualidad onda-partícula de la radiación electromagnética y la materia. Un caso remarcable, en el cual este tema promete ser clave para la potencialización de la agroindustria es **la producción de amoníaco a partir de nitrógeno e hidrógeno, proceso industrial conocido como de Haber-Bosch** (razón por la cual tanto Fritz Haber como Carl Bosch obtuvieron el Premio Nobel en Química en 1918 y 1931, respecti-

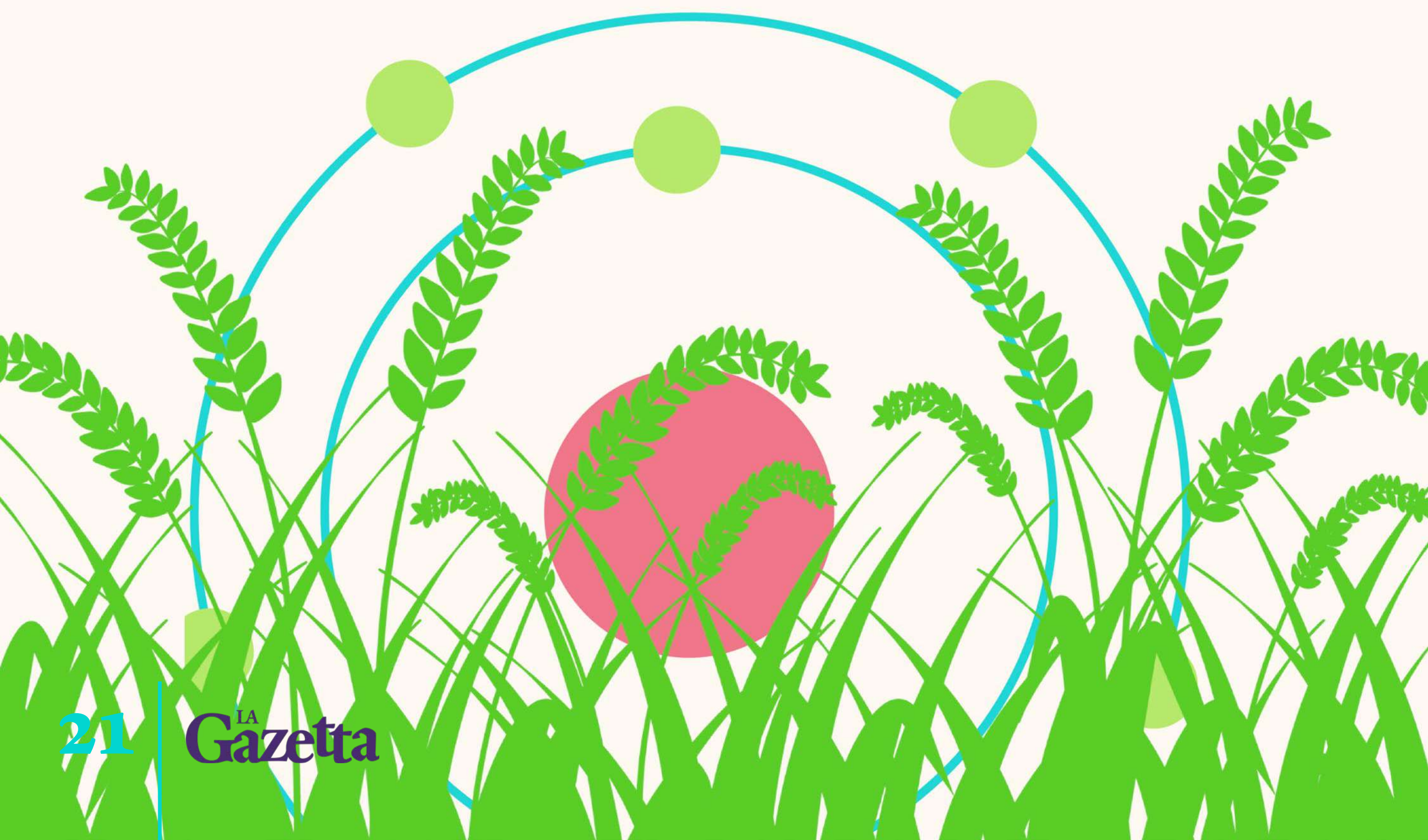


**FRITZ HABER**  
Premio Nobel de Química, 1918



**CARL BOSCH**  
Premio Nobel de Química, 1931

vamente). **Y cuya importancia para la humanidad es tal, que ha ido de la mano con el incremento en la producción agrícola y el crecimiento de la población mundial**, especialmente a partir de la primera mitad del siglo XX. **Esta reacción, aparentemente simple,** sólo puede ser optimizada a partir del adecuado entendimiento del comportamiento de los electrones. Por ello, **se ha estudiado por décadas usando varias aproximaciones: desde el diseño y aplicación de nuevos nano-catalizadores para buscar aminorar la energía involucrada en el célebre proceso, como también desde el punto de vista de la química cuántica y la física de superficies para entender los pasos intermedios en la reacción química que conducen a la síntesis de amoníaco.**



**Optimizar la agroindustria no es un lujo, es una necesidad para la sostenibilidad** y sin duda esto solo será posible en la medida que comprendamos a profundidad y podamos entonces manipular a escala microscópica los procesos básicos involucrados. **Desde la fijación de nitrógeno en las plantas, crear pesticidas que solo actúen a nivel celular sin dañar el entorno, hasta diseñar una fotosíntesis artificial que imite la eficiencia cuántica de las plantas, el futuro del campo se está escribiendo en el lenguaje de las ondas de materia.**

Todo esto es solo posible en la frontera donde las reglas de nuestra escala dejan de funcionar. Es en este nivel microscópico donde la dualidad onda-partícula dicta el éxito de la vida: desde el intercambio de electrones que permite unir dos átomos para formar una molécula, hasta la forma en que la materia absorbe energía para acelerar o frenar los procesos fisicoquímicos y biológicos.

Recientemente se han cumplido cien años de que De Broglie revolucionara nuestra visión del universo con el descubrimiento de la dualidad onda-partícula en el plano subatómico. **Los alcances de este descubrimiento están a la vista en muchas áreas del quehacer humano incluyendo la electrónica, comunicaciones, información, energía, entre otros.** Sin embargo, insistimos, aún debemos entender a detalle cómo opera esta dualidad en reacciones químicas simples y cada vez de mayor complejidad, así como también en los procesos biológicos relevantes para la salud, y por supuesto, la agroindustria. Idealmente este conocimiento nos permitirá incidir, guiar y modificar estos procesos ahorrando energía, minimizando la contaminación, sin sacrificar el desarrollo y potenciando la salud. **Nunca es tarde para empezar, pero ya vamos tarde.**

## BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

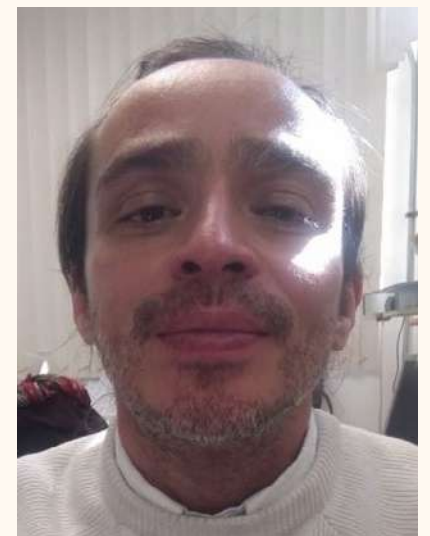
- ✦ Alvarez, E. (1989). Quantum gravity: an introduction to some recent results. *Reviews of Modern Physics*. **61**(3): 561-604.
- ✦ Nagireddi, S., J. R. Agarwal y D. Vedapuri. (2024). Carbon Dioxide Capture, Utilization, and Sequestration: Current Status, Challenges, and Future Prospects for Global Decarbonization. *ACS Engineering Au*. **4**(1): 22-48.
- ✦ D. Cruz-Garriz, J. A. C. y A. Garriz. (1991). *Estructura Atómica. Un enfoque químico*. Addison-Wesley Iberoamericana.
- ✦ Eibenberger, S., S. Gerlich, M. Arndt, M. Mayor y J. Tüxen. (2013). Matter-wave interference of particles selected from a molecular library with masses exceeding 10 000 amu. *Physical Chemistry Chemical Physics*. **15**(35): 14696-14700.
- ✦ Nørskov, J., F. Studt, F. Abild-Pedersen y T. Bligaard. (2014). *Fundamental Concepts in Heterogeneous Catalysis*. John Wiley & Sons, Inc.
- ✦ Jiangquan, L., J. Xie, A. G. Abdelkader Mohamed, X. Zhang, Y. Feng, L. Jiao, E. Zhou, D. Yuan y Y. Wang. (2023). Solar utilization beyond photosynthesis. *Nature Reviews Chemistry*. **7**(2): 91-105.

## ACERCA DE LOS AUTORES

### DR. PAUL OLALDE-VELASCO

Departamento de Ciencias Químicas,  
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM  
paulalde@cuautitlan.unam.mx

Es Doctor en Ciencias Químicas por la UNAM. Ha investigado la estructura electrónica de átomos, moléculas y sólidos mediante espectroscopías de rayos X.



### Q. CÉSAR GARCÍA-PÉREZ

Escuela Nacional Colegio de Ciencia y Humanidades,  
Plantel Vallejo. UNAM  
cesar.garcia@cch.unam.mx

Es Químico por la UNAM, le apasiona la docencia y la enseñanza de la química a nivel bachillerato.



### DR. HÉCTOR MEDEL-COBAXIN

Escuela de Ingeniería y Ciencias  
Tecnológico de Monterrey  
hmedel@tec.mx

Es Doctor en Ciencias Físicas por la UNAM. Ha investigado la estructura electrónica de átomos y moléculas desarrollando métodos de la mecánica cuántica.



# PLANTAS PARA TODXS

Por: Miguel Hernández Alva

## **Ariocarpus**

Scheidweiler 1838

*Anhalonium* Lemaire 1839, *Roseocactus* A. Berger 1925,  
*Neogomesia* Castañeda 1941

Subfamilia Cactoideae, tribu Cacteae.

El nombre aceptado del género *Ariocarpus* viene del griego *aria* (*Arya*), que posiblemente hace referencia al parecido con los frutos en forma de bellota de un tipo de roble o mostajo (*Aria edulis* o *Sorbus aria*) o al color blanco de las hojas de esa especie de distribución euroasiática (propuesta más interesante). Se considera que, en este nombre científico, la partícula *ario* podría significar blanco o blanquecino, pero la palabra no es griega, sino del sánscrito de los pueblos indoiranios que le dan el significado de honorable o devoto, lo que dificulta su interpretación. La segunda palabra, *carpus* o *karpos*, tiene sus raíces en el griego y se interpreta como fruto. Lo anterior, nos hace pensar que el nombre hace referencia

*Ariocarpus agavoides*



al color característico de los frutos de estas plantas o, según otras interpretaciones, haría referencia a la semejanza de la forma del fruto de estas plantas con una bellota o la fruta del mostajo, pero esta segunda interpretación podría no ser válida, pues los frutos de *Sorbus aria* no son bellotas, sino pomos, más como un tejocote y para nada parecen bellotas. Así que, nos quedamos con la interpretación: fruto blanco o blanquecino, que sí corresponde al color de los frutos de este género y que en algunas especies puede presentar tintes rosados.

La primer especie descrita, por el botánico y horticultor belga Michel Scheidweiler fue *Ariocarpus retusus*, aparentemente obtenidas por el saqueo de plantas y comercialización en Europa por parte Henri Galeotti.

Son plantas pequeñas, usualmente solitarias o formando pequeños grupos, geófitas. Raíces pivotantes, largas, carnosas, con un extenso sistema de mucílago. Tallos compactos, consistiendo en grupos de tubérculos o podarios ligeramente aplanados o triangulares, en algunas especies, parecen hojas. Costillas ausentes. Comúnmente sin espinas, aunque algunas especies o variedades pueden presentar algunas diminutas. Las aréolas varían en su ocurrencia en los podarios, como surcos lanosos en la parte superior, zonas redondeadas en las puntas de los podarios o ausentes. Con espinas ausentes en la mayoría de las especies, excepto en plántulas y plantas

jóvenes. Las espinas se llegan a apreciar en *A. agavoides* y en algunas otras especies. Las flores nacen en las aréolas lanosas de los tubérculos jóvenes, ubicadas en el centro del ápice de las plantas, abriendo durante el día, con forma de embudo con un tubo corto, con colores variando del blanco al amarillo o magenta; pericarpelos desnudos. Frutos en forma de maza o clava o casi esféricos, carnosos al principio, secos al madurar, indehiscentes (no abren al madurar), desnudos, generalmente con barbas o cerdas blancas en la base. Semillas negras, piriformes, tuberculadas.



Se distribuye desde el norte de México hasta el sur de Querétaro. Oeste de Texas en Estados Unidos. Principalmente en la región del Desierto Chihuahuense.

Se reconocen siete especies, y abundantes formas y variedades:

1. *Ariocarpus agavoides* (Castañeda) E. F. Anderson 1962
2. *Ariocarpus bravoanus* H. M. Hernández y E. F. Anderson 1992
3. *Ariocarpus fissuratus* (Engelmann) K. Schumann 1894
4. *Ariocarpus kotschoubeyanus* (Lemaire ex K. Schumann) K. Schumann 1898
5. *Ariocarpus retusus* Scheidweiler 1838

6. *Ariocarpus scaphirostris*

Boedeker 1930

7. *Ariocarpus trigonus* (F. A. C.

Weber) K. Schumann 1898



# 1. *Ariocarpus agavoides*

(Castañeda) E. F. Anderson 1962

*Neogomesia agavoides* Castañeda 1941, *Ariocarpus kotschoubeyanus* subsp. *agavoides* (Castañeda) Halda 1998

## Descripción:

Plantas verde oscuro a pardas, creciendo cercanas o ligeramente debajo del suelo, 3-8 cm de diámetro. Tallo corto y ligeramente subterráneo, con tubérculos proyectados desde la base del tallo y el centro, divergentes, alargados, 2-4 cm de largo, 0.5-1 cm de ancho, ligeramente aplanados en la cara superior y ligeramente triangulares en corte transversal. Aréolas cerca de la punta de los tubérculos, ocasionalmente

con pequeñas espinas. Flores de color magenta, tépalos internos magenta y tépalos externos blancos, a menudo con degradados blancos en los bordes y centro magenta, 3.5-4.5 cm de diámetro. Frutos como clavavos o chilitos redondos a alargados, rojo rosado a púrpura rojizos, llegando a ser cafés al madurar, 1-2 cm de largo. Estos pueden permanecer deshidratados entre los tubérculos por mucho tiempo.

## Distribución:

Unas pocas áreas de limos en Tamaulipas (Tula) y San Luis Potosí, México.





## Estatus:

Endémica y Bajo Protección especial (Pr), según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Apéndice I de CITES.

Su presencia en colecciones ha sido cada vez más frecuente. Sus poblaciones son pequeñas y frágiles ante la expansión de los poblados aledaños y a los basureros que afectan directamente su viabilidad. Además, es colectada ilegalmente por mexicanos y extranjeros para su venta en los principales mercados de plantas físicos y en comercio electrónico. Aunque su reproducción en sus raíces e injertada es fácil. Se reconocen varias poblaciones silvestres y la forma sanluisensis con espinas pequeñas en las aréolas maduras.



© Miguel Hernández Alva 2017

## REFERENCIAS

- ✦ Anderson, E. F. (2001). *The Cactus Family*. Timber Press, Inc.
- ✦ Cactus-Art.biz. (2024). *Acharagma roseana* var. *lauii*. [https://www.cactus-art.biz/schede/ACHARAGMA/Acharagma\\_roseana/Acharagma\\_roseana\\_lauii/Acharagma\\_roseana\\_lauii.htm](https://www.cactus-art.biz/schede/ACHARAGMA/Acharagma_roseana/Acharagma_roseana_lauii/Acharagma_roseana_lauii.htm)
- ✦ Enciclovida. (2024). *Acharagma roseanum* subsp. *galeanense*. <https://enciclovida.mx/especies/202819-acharagma-roseanum-subsp-galeanense>

# AVES Y TEORÍA CUÁNTICA:

Cuando la física invisible  
guía las migraciones

*Por: Laura Jocelyn Ramírez Martínez*



Imagina que sales de noche sin celular, sin GPS y sin mapas. No hay señal, no hay aplicaciones, no hay luces encendidas que te indiquen el camino. Solo tienes el cielo, el viento, tu cuerpo y tu experiencia. Ahora imagina recorrer miles de kilómetros y llegar exactamente al mismo lugar año con año. Algo muy parecido hacen muchas aves migratorias.

Durante siglos, las personas han observado estos movimientos y se han preguntado cómo es posible que las aves encuentren su camino con tanta precisión. ¿Cómo saben hacia dónde volar cuando el cielo está cubierto de nubes? ¿Cómo se orientan durante la noche? ¿Cómo regresan al mismo sitio donde nacieron?





Hoy sabemos, por el trabajo de Wiltschko y Wiltschko, de 2019, que las aves no dependen de una sola señal, sino de varias: el Sol, las estrellas, el paisaje, los olores... y algo que no podemos ver ni tocar: el campo magnético de la Tierra. Lo más sorprendente es que, para detectar ese campo magnético, algunas aves podrían estar usando una percepción explicada por la mecánica cuántica, una rama de la física que normalmente asociamos con átomos, electrones y extravagantes experimentos de laboratorio.

Este artículo te invita a conocer cómo la biología y la física se encuentran en el tema de las aves migratorias, qué es la llamada *brújula cuántica*, cómo se investiga este fenómeno y por qué este conocimiento es importante para comprender y proteger la biodiversidad.



## ¿QUÉ ES LA MIGRACIÓN DE LAS AVES?



La migración es el desplazamiento periódico que realizan muchas aves entre diferentes regiones a lo largo del año. En Norteamérica, este fenómeno es especialmente importante: pues millones de aves se reproducen en Canadá y Estados Unidos durante la primavera y el verano, y migran hacia México, Centroamérica, el Caribe y Sudamérica para pasar el invierno. Estas migraciones conectan ecosistemas muy distintos: bosques boreales, pastizales templados, desiertos, selvas tropicales y humedales.

Por eso se dice que las aves migratorias son un puente vivo entre pueblos, países y continentes.

Algunas especies realizan migraciones relativamente cortas, dentro del mismo país o región. Otras llevan a cabo viajes extraordinarios de miles de kilómetros. Un ejemplo emblemático en Norteamérica es el zarapito ganga (*Bartramia longicauda*), un ave asociada a pastizales abiertos. La *Bartramia* se reproduce en los pastizales de Canadá y Estados Unidos durante el verano y, cuando llega el otoño, emprende un largo viaje hacia el lejano sur. Cruza México y Centroamérica hasta llegar a Sudamérica, donde pasa el invierno principalmente en las pampas de Argentina, Uruguay y Brasil. Este recorrido puede superar los 10 000 kilómetros. Migrar no es sencillo. Las aves deben acumular grandes reservas de energía en forma de grasa, evitar depredadores, atravesar tormentas, montañas, desiertos, cuerpos de agua y llegar en el momento adecuado. Si se adelantan o se retrasan demasiado, pueden no encontrar alimento ni sitios seguros para descansar.



En el oriente del Estado de México, por ejemplo, es común observar la llegada estacional de golondrinas, patos, garzas, aves rapaces y pequeños pájaros cantores. Algunas vienen desde Canadá o Estados Unidos; otras se desplazan dentro del propio territorio mexicano. Para muchos pueblos de México, su llegada anuncia el cambio de estación, la temporada de lluvias o el inicio del frío.

**El municipio de Texcoco, ubicado en la Cuenca de México, forma parte de estas grandes rutas migratorias. Cada año, los bosques, humedales, cuerpos de agua, pastizales y zonas agrícolas del territorio texcocano reciben aves migratorias provenientes de Norteamérica, como patos, playeros, rapaces, aves canoras, colibríes, entre otras.** Es así que, para muchas especies, Texcoco funciona como sitio de descanso, alimentación o paso, lo que resalta su importancia ecológica dentro de una red migratoria continental que conecta Canadá, Estados Unidos, México y Sudamérica a través de la denominada Ruta del Centro. Hasta la fecha, en el municipio se han podido registrar alrededor de 137 especies migratorias, siendo uno de los sitios más importantes para la migración de aves en América.



## UN GUÍA INVISIBLE: EL CAMPO MAGNÉTICO DE LA TIERRA

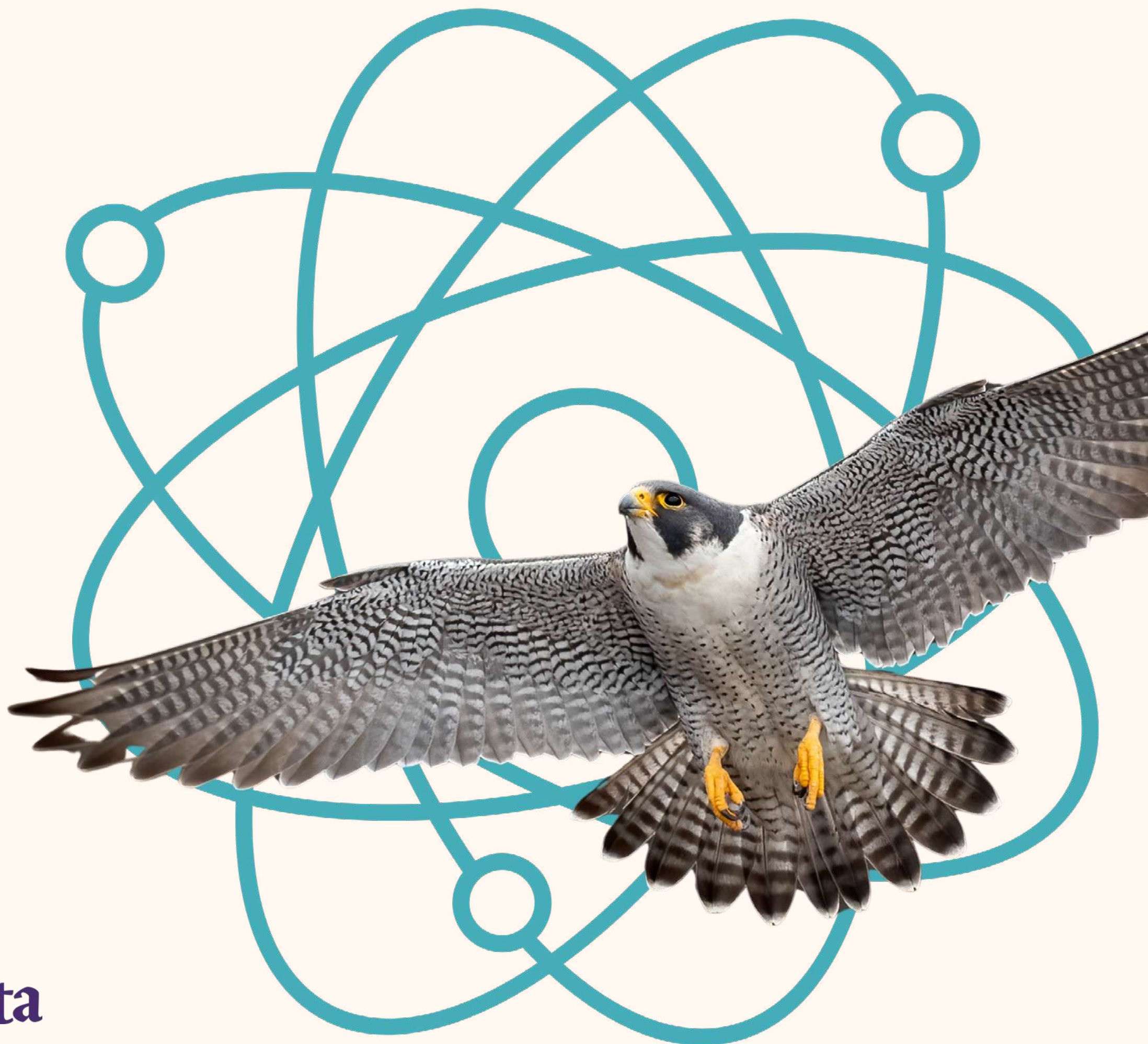
**La Tierra se comporta como un enorme imán, generando un campo magnético**, una fuerza invisible que rodea al planeta y que protege a la vida de la radiación solar. Este mismo campo es el que permite que las brújulas funcionen.

De vuelta al trabajo de Wiltschko y Wiltschko (2019), los autores mencionan que muchas especies animales han aprendido a usar este campo como referencia espacial. A esta capacidad se le llama **magnetorrecepción**, es decir, **la habilidad de percibir el campo magnético terrestre**. En las aves, la magnetorrecepción no funciona como una brújula clásica que señala el norte exacto. Más bien, les proporciona información sobre la inclinación

del campo magnético, lo que les ayuda a distinguir direcciones generales como norte-sur.

Durante décadas, los científicos pensaron que esta capacidad se debía a la presencia de magnetita, un mineral magnético, en el cuerpo de las aves. Aunque esta explicación funciona para algunos animales, no explica completamente la orientación de muchas aves migratorias, sobre todo las que vuelan de noche.

Esto último, llevó a los investigadores a buscar otros mecanismos posibles, abriendo la puerta a una idea inesperada: la participación de procesos cuánticos.





## ¿QUÉ ES LA MECÁNICA CUÁNTICA? (EXPLICADO FÁCILMENTE)

La mecánica cuántica es una rama de la física que estudia el comportamiento de las partículas más pequeñas de la materia, como los electrones, fotones y quarks. A esa escala, las reglas del mundo cotidiano dejan de aplicarse. Por ejemplo, en el mundo cuántico: una partícula puede comportarse como onda y como partícula al mismo tiempo, existir en varios estados a la vez y ser extremadamente sensible a campos magnéticos muy débiles.

Anteriormente se creía que estos fenómenos solo podían existir en condiciones muy controladas, como laboratorios con temperaturas cercanas al cero absoluto. Sin embargo, en las últimas décadas ha surgido un campo llamado **biología cuántica, que estudia cómo algunos procesos vitales dependen de efectos cuánticos**. Además de las aves, se han estudiado efectos cuánticos en la fotosíntesis de las plantas y en el olfato. Demostrando que la vida ha sabido aprovechar las reglas del mundo cuántico para sobrevivir y adaptarse.





## EL CRIPTOCROMO: UNA PROTEÍNA ESPECIAL EN LOS OJOS DE LAS AVES

Las proteínas son grandes moléculas que cumplen funciones específicas en los organismos. **En la retina, la parte del ojo que detecta la luz, se encuentran diversas proteínas sensibles a diferentes longitudes de onda. Una de ellas es el criptocromo, que participa en la regulación del reloj biológico.** Es decir, el sistema interno que permite a los seres vivos sincronizarse con el día y la noche.

Se han identificado diferentes tipos de criptocromos, pero en 2021, la agencia española SINC (Servicio de Información y Noticias Científicas) reportó el descubrimiento realizado por un grupo de biólogos, químicos y físicos de Reino Unido y Alemania. Quienes,

tras realizar diversos estudios con el petirrojo europeo (*Erithacus rubecula*) encontraron una nueva variante presente en aves migratorias, **el criptocromo 4 (CRY4)**. Que parece estar **especializado en detectar campos magnéticos de la misma intensidad que el de la Tierra**.

Un hallazgo espectacular alcanzado gracias al trabajo multidisciplinario, lo que nos muestra el alcance que puede tener la ciencia cuando se combinan distintas disciplinas. Sin embargo, para entender esta *brújula cuántica* que hay en los ojos de las aves, es necesario conocer lo que ocurre dentro del criptocromo en el momento justo en que recibe la luz. Es aquí donde damos el salto al fascinante mundo de la física cuántica.

## ¿CÓMO SE INVESTIGA ALGO TAN COMPLEJO?

Para el estudio de la *brújula cuántica*, los investigadores comenzaron observando el comportamiento de las aves. Tras formular sus hipótesis, como la posible participación del criptocromo, diseñaron experimentos de laboratorio para poner a prueba esas ideas. En el caso del CRY4, los científicos produjeron la proteína en cultivos celulares para exponerla a diferentes condiciones de luz y campos magnéticos controlados, midiendo con precisión los cambios químicos resultantes en cada escenario



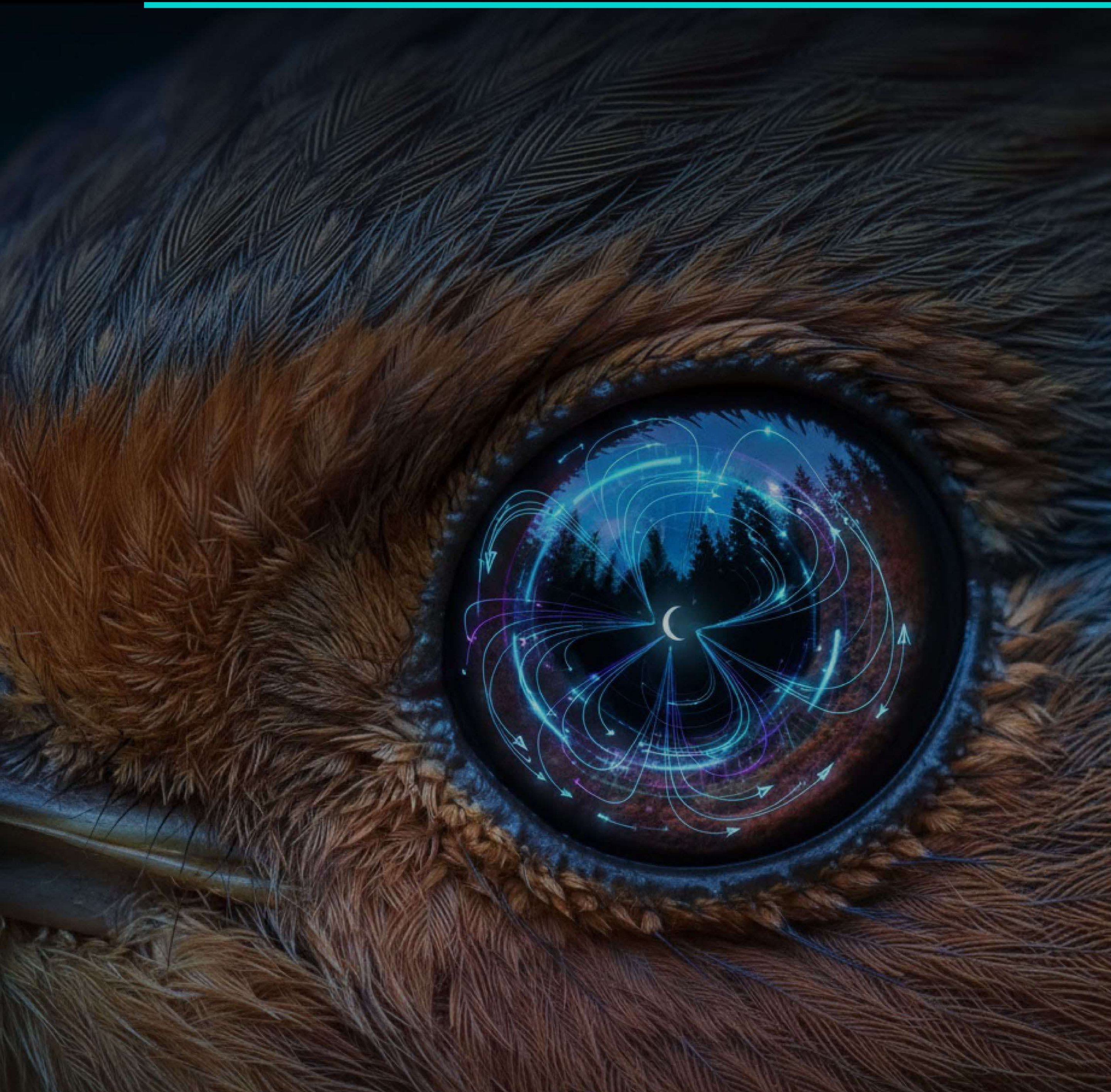


## LA CLAVE CUÁNTICA:

### EL MECANISMO DE PARES RADICALES

En el plano cuántico los electrones tienen una propiedad llamada espín, que podríamos imaginar como una flecha que apunta en cierta dirección. Esta orientación del espín puede cambiar por el campo magnético que lo rodea.

**Cuando el criptocromo en el ojo del ave absorbe luz azul, se desencadena una reacción química interna que produce pares radicales**, es decir, electrones que originalmente se encontraban unidos (apareados) dentro de la molécula son separados por el rayo de luz. Al quedar libres (no apareados), **estos electrones son extremadamente sensibles al campo magnético terrestre**. y aunque este campo es muy débil, es suficiente para influir en la dirección de sus espines, lo que cambia ligeramente el resultado de la reacción química en el ojo. **Estas sutiles diferencias químicas se transforman en señales que el sistema nervioso interpreta como información de orientación.**



Así, el ave no “ve” el campo magnético como vemos un objeto, pero lo percibe de forma indirecta y puede servirle de guía incluso durante la noche.



## **CONTAMINACIÓN LUMÍNICA: UN PROBLEMA PARA LA BRÚJULA DE LAS AVES**

**Apesar de la asombrosa ingeniería cuántica de las aves, este sistema enfrenta un enemigo moderno: la contaminación lumínica. El exceso de luz artificial durante la noche no solo altera sus relojes biológicos, sino que interfiere directamente con el funcionamiento del criptocromo, desorientando a las aves migratorias.**

La contaminación lumínica está aumentando en todo el mundo y cada año, millones de aves mueren al colisionar con edificios iluminados. Por esta razón, el World Migratory Bird Day, desde 2023, impulsa la campaña internacional “Noches oscuras, migraciones seguras”, que promueve reducir la iluminación artificial durante los periodos de migración para proteger a las aves migratorias nocturnas.

## MIRAR EL CIELO CON OTROS OJOS ¿POR QUÉ ESTE CONOCIMIENTO ES IMPORTANTE?

Entender cómo se orientan las aves va más allá de la curiosidad científica; es una herramienta para diseñar ciudades más amigables con la fauna y proteger rutas migratorias vitales, que conectan pueblos, países y continentes. La próxima vez que veas un ave cruzar el cielo, recuerda que no solo vuela por instinto, sino guiada por una brújula hecha de luz, química y física cuántica. Valorar esta complejidad nos enseña que la física cuántica no es algo lejano encerrado en libros; es una fuerza invisible que también guía la vida que vuela sobre nuestras cabezas.



## REFERENCIAS

- ✧ Agencia SINC. (2021). La mecánica cuántica puede actuar en la brújula de los petirrojos. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. <https://www.agenciasinc.es/Noticias/La-mecanica-cuantica-puede-actuar-en-la-brujula-de-los-petirrojos>
- ✧ Hore, P. J., & Mouritsen, H. (2016). The radical-pair mechanism of magnetoreception. *Annual Review of Biophysics*, **45**, 299–344.
- ✧ National Audubon Society. (2020). Light pollution and migratory birds. <https://www.audubon.org>
- ✧ Ritz, T., Adem, S., & Schulten, K. (2000). A model for photoreceptor-based magnetoreception in birds. *Biophysical Journal*, **78**(2), 707–718.
- ✧ Wiltschko, R., & Wiltschko, W. (2019). Magnetoreception in birds. *Journal of the Royal Society Interface*, **16**(158), 20190295.
- ✧ World Migratory Bird Day. (2023). Noches oscuras, migraciones seguras. Environment for the Americas. <https://www.worldmigratorybirdday.org>



RESEÑA DE PELÍCULA

# LA COMPUTACIÓN CUÁNTICA

EL NUEVO VILLANO DEL CINE

*Por: J. Ricardo Hernández Lee*

Una de las aplicaciones de la tecnología cuántica la podemos encontrar en la computación. Una computadora cuántica utiliza los principios de la mecánica cuántica para procesar información. Si una computadora "tradicional" procesa bits (con valor de 0 o 1), las computadoras cuánticas utilizan qubits (con valores 0, 1 o ambos) y ya se están construyendo. De acuerdo a la teoría cuántica, podrían existir los tres valores al mismo tiempo. A esta propiedad se le conoce como superposición y permite trabajar con una mayor cantidad de datos en menor tiempo. Esta capacidad de cómputo puede hacer que los asistentes de inteligencia artificial sean más eficientes... y peligrosos.



En *Trascendencia: Identidad virtual*, Will Caster (Johnny Depp) es un genio tecnológico que está desarrollando el más potente sistema de inteligencia artificial (IA), capaz de combinar el conocimiento acumulado de la humanidad con las emociones de una persona. Esta tecnología preocupa a una organización radical que teme que la IA se vuelva incontrolable y que someta a la humanidad al tiempo que Will busca inversionistas para su proyecto.

Tras un atentado, Caster es auxiliado por Evelyn Caster (su pareja en la trama e interpretada por la actriz Rebecca Hall) y Max Waters (su socio e interpretado por el actor Paul Bettany), para alimentar el asistente de IA que desarrolla su compañía con su conocimiento y memoria, en un desesperado intento de evitar la pérdida del que consideran un ser humano brillante. Para almacenar todo este saber utilizan la computadora cuántica de su compañía. Y, aquí empiezan los problemas.

En cuanto Evelyn y Max logran comunicarse con la versión virtual de Will, les pide que lo conecten en línea para tener acceso a bolsa de valores y otra información, y poder “explotar todo su potencial”. Max desconfía de esta petición y Evelyn lo despide. Will se convierte en una entidad informática que controla todas las computadoras del planeta y a través del manejo de toda esa información adquiere cada vez más control de todo.

*Transcendence: Identidad virtual* presenta los límites éticos del desarrollo de tecnología y de la inteligencia artificial y se plantean dos preguntas potentes al espectador: ¿Se vale transferir la personalidad de alguien a una computadora?, ¿se debe mantener en operación una herramienta a pesar de sus efectos nocivos para la humanidad?

En definitiva, es más interesante la historia que plantea Pfister que el desfile de celebridades de Hollywood que aparecen en esta película.



### REFERENCIA:

Pfister, W. (2014). *Transcendence: Identidad virtual*. Warner Bros.



# 6° BIRD FEST TEXCOCO 2025

Del 2 al 5 de octubre



ILUSTRACIONES: ANNAMARIA SAVARINO DRAGO

“Espacios compartidos: creando ciudades y comunidades amigables con las aves”

Observación de aves - Conferencias - Talleres  
Concursos - Música en vivo - Cuenta cuentos  
Productos locales - Fotografía



**SEDES**

**Centro Regional de Cultura Texcoco**  
**PN Molino de Flores Nezahualcóyotl**

CONSULTA EL PROGRAMA  
POR SEDE A PARTIR DEL 10  
DE SEPTIEMBRE.



Environment  
for the Americas



CONABIO  
COMISIÓN NACIONAL PARA  
EL CONOCIMIENTO Y USO  
DE LA BIODIVERSIDAD

nabci



PARQUE NACIONAL  
Molino de Flores  
Nezahualcóyotl



TEXCOCO  
H. AYUNTAMIENTO 2022 - 2024



ACCIONES EN LA  
MONTAÑA

# CRIATURAS FANTÁSTICAS DE ORIENTE y CÓMO CONSERVARLAS



**MIRLO PRIMAVERA**

*Turdus migratorius*

*Por: Laura Jocelyn Ramírez Martínez*

## Información de identificación:

El mirlo primavera es el tordo (familia Turdidae) más grande de Norteamérica. El macho adulto presenta las partes superiores gris oscuro a pardo oscuro con la cabeza negruzca, medias lunas blancas bien definidas alrededor del ojo y puntas blancas en las rectrices externas. Las partes inferiores son de color rufo intenso, con las coberteras infracaudales blancas; la garganta es blanca con estriado negro y el pico es llamativamente amarillo.

La hembra adulta es similar, pero con tonos más pálidos: la corona y el manto son gris claro, el pecho es menos intenso y el vientre muestra mayor extensión de blanco. La garganta presenta estrías más finas y menos densas. El plumaje adulto es similar durante todo el año, aunque los machos muestran colores más oscuros y contrastantes en primavera. Los

- ✿ ING: American Robin
- ✿ NCL: mirlo primavera, zorzal americano
- ✿ Autoridad: Linnaeus, 1766
- ✿ Estado de conservación para México (NOM-059-2015): No listado
- ✿ Estado internacional (UICN): Preocupación menor (LC)
- ✿ Longitud: 25.1 cm
- ✿ Envergadura: 43 cm
- ✿ Peso: 77 g

juveniles se distinguen por el moteado oscuro en las partes inferiores, el plumaje dorsal moteado claro, la garganta completamente blanca y una cabeza más pálida, a menudo con una ceja blanquecina poco definida.

## Distribución:

Ampliamente distribuido en Norteamérica. Se reproduce desde Alaska, Canadá y gran parte de Estados Unidos hasta el centro y sur de México; en donde se reproduce principalmente en zonas montañosas del interior (1,500–3,500 m) desde el norte hasta Oaxaca. Durante el invierno migra al sur de Estados Unidos, norte y centro de México, y ocasionalmente al Caribe.



## Situación poblacional:

*Turdus migratorius* es una de las aves más abundantes de América del Norte y un referente clásico de las aves comunes en entornos urbanos y suburbanos. Esta ave es la más abundante y ampliamente distribuida por Norteamérica de la familia Turdidae. Con algunas excepciones regionales, las poblaciones reproductoras se mantienen estables o en aumento. Su abundancia en parques, jardines y paisajes suburbanos sugiere que se ha beneficiado de la urbanización y del desarrollo agrícola.

## Ecología:

El mirlo primavera habita una gran diversidad de ambientes abiertos y semiabiertos: bosques templados, claros forestales, zonas agrícolas, praderas, parques, jardines y áreas urbanas. Su alta tolerancia a la presencia humana lo ha convertido en un habitante habitual de ciudades y pueblos de Norteamérica. México tiene un traslape de poblaciones migratorias de invierno y poblaciones residentes. En el centro del país, incluido el

municipio de Texcoco, puede observarse en parques urbanos, jardines, zonas agrícolas, áreas arboladas y suelos húmedos cercanos a cuerpos de agua, donde encuentra alimento con facilidad. Su presencia suele aumentar durante el invierno boreal, coincidiendo con los movimientos migratorios.



© Laura Jocelyn Ramírez-Martínez

## Dieta y alimentación:

Es una especie omnívora con marcada variación estacional en su dieta. Durante la primavera y el verano consume principalmente invertebrados del suelo como lombrices, escarabajos, orugas y otros insectos. En otoño e invierno incrementa el consumo de frutos, bayas y semillas de arbustos y árboles nativos e introducidos. Esta flexibilidad alimentaria ha sido clave para su éxito en ambientes urbanos, donde aprovecha tanto áreas verdes como jardines domésticos.



## Amenazas y conservación:

Aunque el mirlo primavera no se encuentra actualmente en una categoría de riesgo, enfrenta diversas amenazas a escala local y regional. Entre ellas destacan la pérdida de hábitat, el uso de pesticidas que disminuyen la disponibilidad de invertebrados y los riesgos asociados a la urbanización, como colisiones con ventanas y vehículos.

Un factor relevante de mortalidad es la depredación por mascotas, especialmente gatos domésticos que deambulan libremente. Por lo que mantener a los gatos dentro de casa, pasearlos con correa o utilizar jaulas externas o “patios para gatos” representa una acción concreta para proteger a los mirlos y ayudar a salvar más de un millar de aves cada año.

La conservación de áreas verdes de calidad, suelos permeables, árboles frutales nativos y prácticas responsables de tenencia de mascotas son acciones clave para favorecer la coexistencia entre las comunidades humanas y esta especie emblemática.

## Situación en Texcoco:

En el municipio de Texcoco, el mirlo primavera (*Turdus migratorius*) se observa principalmente como especie migratoria de invierno, aunque en algunas zonas puede registrarse durante gran parte del año. Es común en parques urbanos, jardines, áreas agrícolas, campus universitarios, zonas arboladas y espacios abiertos con pasto, donde aprovecha suelos húmedos para la búsqueda de lombrices e invertebrados.

También se le encuentra en áreas de transición entre la zona de montaña, la ciudad y la planicie lacustre. Su presencia está fuertemente asociada a áreas verdes con árboles y arbustos frutales, lo que lo convierte en un ave emblemática del invierno en la región y en un excelente indicador de la calidad del hábitat urbano y periurbano del municipio.

De manera concreta, es posible encontrarla en las áreas verdes de la Universidad Autónoma Chapingo, anidando en el Parque Nacional Molino de Flores Nezahualcóyotl y alimentándose durante la temporada de otoño – invierno en las comunidades de la montaña como Tequexquináhuac, La Purificación, San Pablo Ixayoc, Huexotla, entre otras.

A pesar de ser una de las aves más estudiadas y utilizadas como especie modelo, aún existen vacíos de conocimiento sobre las variaciones regionales en reproducción, territorialidad, comunicación y migración, así como sobre los efectos a largo plazo del cambio climático en sus poblaciones.

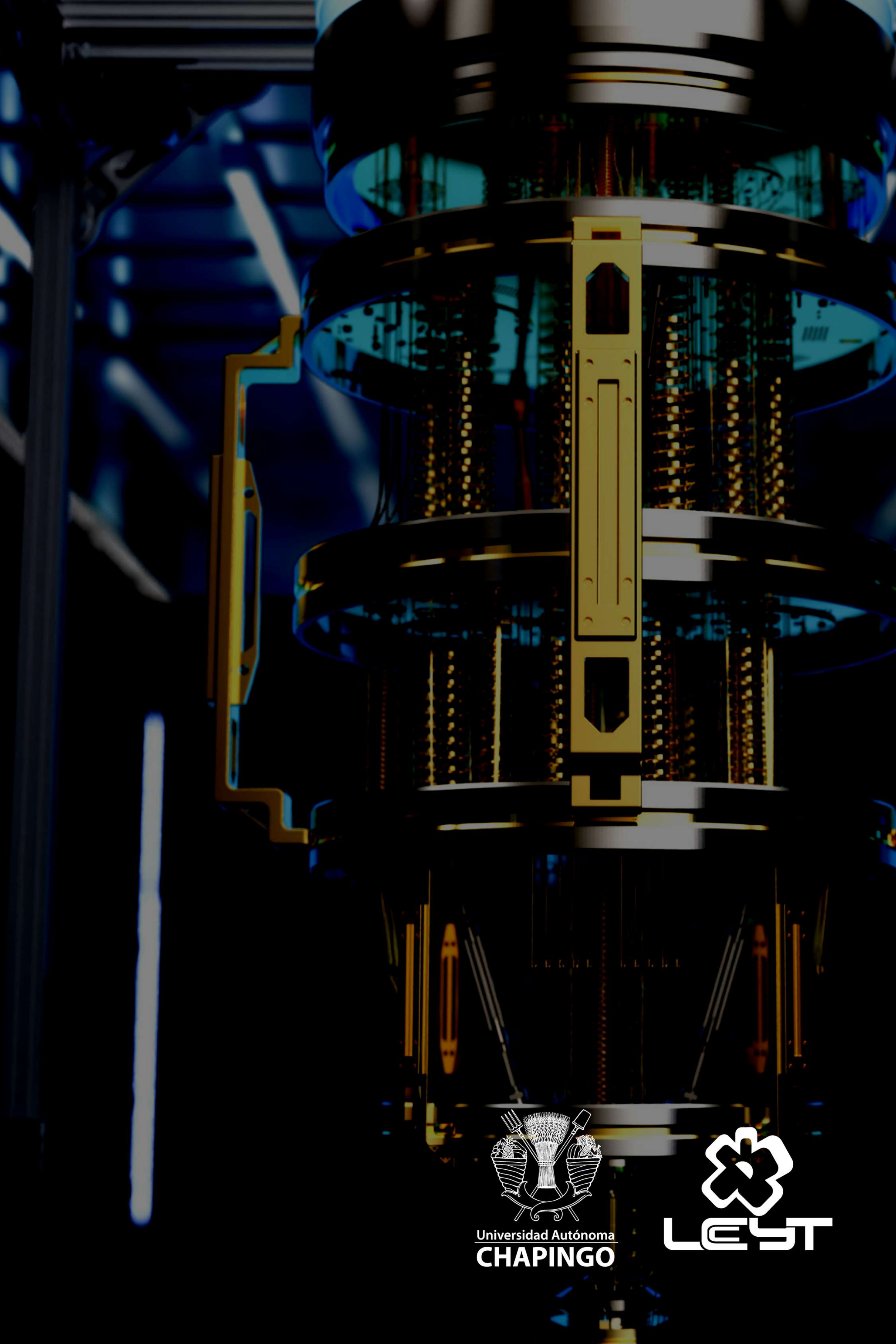
Esta ave fue considerada como una de las especies focales dentro de la conmemoración del Día Mundial de las Aves Migratorias 2025, ya que nos recuerda la importancia de proteger los espacios que las aves utilizan a lo largo de sus rutas migratorias, especialmente en ciudades y comunidades donde conviven estrechamente con las personas.



## REFERENCIAS:

- ✧ BirdLife International. (2019). Species factsheet: *Turdus migratorius*. BirdLife International. <https://datazone.birdlife.org/species/factsheet/american-robin-turdus-migratorius>
- ✧ Cornell Lab of Ornithology. (2020). American Robin (*Turdus migratorius*). In Birds of the World. Cornell Lab of Ornithology. <https://birdsoftheworld.org>
- ✧ Environment for the Americas. (2025). Día Mundial de las Aves Migratorias 2025: Espacios compartidos: creando ciudades y comunidades amigables con las aves [Póster]. <https://migratorybirdday.org>
- ✧ Howell, S. N. G., & Webb, S. (1995). *A guide to the birds of Mexico and northern Central America*. Oxford University Press.
- ✧ Sibley, D. A. (2014). *The Sibley guide to birds* (2nd ed.). Alfred A. Knopf.





Universidad Autónoma  
**CHAPINGO**

