Lección inaugural
curso 2025-2026

Anécdotas e hitos en Ingeniería Eléctrica

Francisco Jurado Melguizo

Universidad de Jaén

Anecdotas e hitos en ingeniería eléctrica

Lección inaugural pronunciada por el
Dr. Francisco Jurado Melguizo,
catedrático de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Jaén,
en el acto académico celebrado el 18 de septiembre de 2025,
con ocasión de la Solemne Apertura del Curso Académico 2024-2025,
presidida por el rector magnífico de la Universidad de Jaén,
Prof. Dr. Nicolás Ruiz Reyes

Francisco Jurado Melguizo

ANECDOTAS E HITOS EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

2025

Universidad de Jaén

© Universidad de Jaén

© Autor

Publicaciones de la Universidad de Jaén
Vicerrectorado de Proyección de la Cultura y Deporte

ISBN: 978-84-9159-410-9

Depósito Legal: J 336-2025

Impreso por
Gráficas La Paz

Impreso en España *Printed in Spain*

A los ingenieros eléctricos que, con ingenio y pasión, han iluminado el mundo con sus ideas, transformando sueños en realidades. Que estas anécdotas e hitos inspiren a nuevas generaciones a seguir conectando el futuro.

CONTENIDO

Introducción 11

Capítulo 1. Edison y la guerra de las corrientes.....13

Capítulo 2. Tesla y las máquinas eléctricas.....23

Capítulo 3. Energías renovables y centrales nucleares.....29

Capítulo 4. El coche eléctrico.....39

Bibliografía 45

1. INTRODUCCIÓN

Bienvenidos a esta exposición sobre las anécdotas e hitos en ingeniería eléctrica, un tema fascinante que combina ingeniería, historia y anécdotas curiosas. La ingeniería eléctrica es una columna vertebral de nuestra sociedad moderna que permite que la electricidad llegue a nuestros hogares, industrias y ciudades. Hoy recorreremos los hitos más importantes en su evolución, desde los primeros experimentos con electricidad hasta el coche eléctrico actual, salpicando el relato con anécdotas que muestran el lado humano y curioso de esta disciplina. ¿Están listos para encender la chispa del conocimiento? ¡Comencemos!

CAPÍTULO 1
EDISON Y LA GUERRA DE LAS CORRIENTES

La historia comienza mucho antes de los sistemas modernos, con observaciones antiguas de electricidad estática. En el siglo VI a.C., los griegos descubrieron que frotar ámbar generaba cargas, un fenómeno estudiado más tarde por William Gilbert en 1600, quien acuñó el término "electricidad" del griego "elektron" (ámbar). Gilbert, médico de la reina Isabel I, usó un "versorium", una aguja pivotante para detectar cargas, que se convirtió uno de los primeros instrumentos eléctricos.

En 1745, Pieter van Musschenbroek inventó el frasco de Leyden, el primer condensador, que almacenaba cargas eléctricas. Un hito famoso

fue el experimento de Benjamin Franklin en 1752, quien, volando una cometa durante una tormenta, demostró que el rayo es electricidad, recolectando carga en un frasco de Leyden. Aunque se debate si realmente lo realizó, su trabajo llevó a la invención del pararrayos. Una anécdota sugiere que Franklin, asistido por su hijo William, usó una cometa de seda con una llave metálica, pero pudo haber sido un experimento mental.

En 1800, Alessandro Volta inventó la pila voltaica, la primera batería, inspirado por los experimentos de Luigi Galvani con patas de rana, que se movían al tocarlas con metales diferentes. Volta se dio cuenta de que la electricidad provenía de los metales, no de la rana, marcando un avance crucial. En 1820, Hans Christian Ørsted descubrió accidentalmente el electromagnetismo durante una conferencia al notar que una aguja de brújula se desviaba con corriente eléctrica, un hallazgo que conectó electricidad y magnetismo.

Los sistemas eléctricos de potencia comenzaron con descubrimientos tempranos, como los experimentos de Benjamin Franklin con cometas en 1752, que demostraron que el rayo es electricidad. En el siglo XIX, cuando la electricidad era más un espectáculo de salón que una herramienta práctica, uno de los primeros hitos fue el trabajo de Michael Faraday en 1831, quien descubrió la inducción electromagnética, el principio detrás de los generadores y transformadores modernos.

Michael Faraday, nacido en 1791 en una familia pobre, se educó como encuadernador, leyendo los libros que encuadernaba. Asistió a conferencias de Humphry Davy y se convirtió en su asistente en la Royal Institution. Davy, al ser preguntado sobre su mayor descubrimiento, respondió: “Faraday”, reconociendo su genio. Faraday descubrió la inducción electromagnética en 1831, base de generadores y transformadores, y creó el primer motor eléctrico en 1821, mostrando la conversión de energía eléctrica a mecánica.

Este descubrimiento no fue solo un avance técnico; Faraday, un hombre humilde sin formación matemática avanzada, demostró que la curiosidad y la experimentación podían cambiar el mundo.

Anécdota. En una demostración pública, un político le preguntó a Faraday para qué servía su invento. Faraday, con su característica agudeza, respondió: “Señor, aún no lo sé, pero estoy seguro de que algún día podrán gravarlo con impuestos”. ¡Y qué razón tenía!

Inventores como Jacobi (1834) crearon motores más prácticos, y Stanley diseñó transformadores en 1885. Hay a**nécdotas** diversas, como la de **Moritz Hermann von Jacobi** propulsando con su motor un bote con 14 personas, una anécdota que destaca su aplicación práctica, o los primeros usos en vehículos eléctricos en el siglo XIX. Hoy, los motores son esenciales en electrodomésticos y vehículos eléctricos, impulsando la eficiencia energética. **Para mis colegas matemáticos, Carl Gustav Jakob Jacobi es otro Jacobi, el de la matriz jacobiana, también utilizada en el estudio de los sistemas eléctricos de potencia.**

Otro hito temprano fue la invención de la bombilla incandescente por Thomas Edison en 1879. Aunque Humphry Davy había demostrado el principio de la bombilla en 1802, Edison creó una versión comercialmente viable. Sin embargo, su sistema eléctrico usaba corriente continua (CC), lo que limitaba la transmisión a largas distancias.

La guerra de las corrientes

A finales del siglo XIX, Thomas Edison y Nikola Tesla protagonizaron la conocida como guerra de las corrientes. Edison promovía la corriente continua (CC), segura a bajas tensiones, pero ineficiente para largas distancias. Tesla, respaldado por George Westinghouse, defendía la corriente alterna (CA), que podía transformarse a altas tensiones para transmisión y bajas para uso, reduciendo pérdidas. Edison, en un intento de desacreditar la CA, organizó demostraciones públicas electrocutando animales, como perros y caballos, con asistencia técnica de Harold Brown, y promovió la silla eléctrica, usando un generador AC de Westinghouse para ejecuciones, como la fallida de William Kemmler en 1890, descrita como “un espectáculo horrible” y comentada por Westinghouse: “Habrían hecho mejor con un hacha”.

Edison predijo que Westinghouse mataría a un cliente en seis meses, y su compañía publicó un panfleto de 84 páginas en 1888 advirtiendo contra la CA. Sin embargo, la CA prevaleció en la Exposición Universal de Chicago de 1893, iluminada por Westinghouse, y el proyecto hidroeléctrico de Niagara Falls en 1895, transmitiendo energía a Búfalo, Nueva York, a 32 km. Se han producido cinco películas sobre la vida de Edison. Además, aparece como personaje en un episodio de Los Simpson (The Wizard of Evergreen Terrace).

Charles Steinmetz, matemático e ingeniero eléctrico de General Electric, fue clave en el desarrollo de sistemas de corriente alterna. Una de las **anécdotas** más conocidas de Charles Steinmetz ocurrió en la planta de Ford en River Rouge, Michigan, a principios del siglo XX. Ford tenía un generador eléctrico gigantesco que no funcionaba correctamente, y sus ingenieros no podían resolver el problema, lo que paralizaba la producción. Desesperado, Henry Ford recurrió a Steinmetz, conocido por su genialidad en ingeniería eléctrica.

Steinmetz llegó a la planta, rechazó ayuda y pidió solo un cuaderno, un lápiz, una mesa y un camastro. Durante dos días y dos noches, examinó el generador, escuchándolo y realizando cálculos minuciosos. Finalmente, solicitó una escalera, una cinta métrica y una tiza. Subió al generador, midió con precisión y marcó una "X" en un punto específico, indicando que se retiraran exactamente 16 vueltas de la bobina en ese lugar. Los técnicos siguieron sus instrucciones y el generador volvió a funcionar perfectamente.

Días después, Ford recibió una factura de Steinmetz por 10.000 dólares, una suma astronómica para la época (equivalente a unos 300 automóviles Ford Modelo T). Sorprendido, Ford pidió un desglose. Steinmetz respondió con una factura detallada: **"Hacer una marca de tiza: 1 dólar. Saber dónde hacer la marca: 9.999 dólares".** Ford pagó sin más quejas, reconociendo el valor del conocimiento de Steinmetz. Sus trabajos más reconocidos se basan en el análisis de los circuitos de corriente alterna, en los que preconizó el uso de números complejos (notación simbólica).

Tesla, conocido por su memoria fotográfica y excentricidades, como la obsesión por el número tres, trabajó brevemente con Edison, pero se separaron por disputas. Edison, más tarde, admitió a George Stanley en 1908: "Dile a tu padre que me equivoqué", reconociendo, así, el potencial de la CA. La guerra terminó en 1892 con la fusión de Edison Electric y Thomson-Houston en General Electric, controlando tres cuartos del negocio eléctrico en EE. UU.

Anécdota. El sistema de transporte eléctrico vigente es trifásico.

Los generadores, basados en la inducción de Faraday, y los transformadores, esenciales para la CA, evolucionaron rápidamente. William Stanley diseñó el primer transformador práctico en 1885, que fue usado en la electrificación de Great Barrington en 1886, el primer sistema completo de CA, mostrando su impacto.

Año	Hito	Inventor/ Contribuyente	Detalle
1821	Primera demostración de motor eléctrico	Michael Faraday	Alambre en mercurio, conversión energía eléctrica a mecánica.
1834	Primer motor rotativo práctico	Moritz Hermann Jacobi	Levanta 10-12 libras, 15 W, usado en bote.
1885	Primer transformador práctico	William Stanley	Diseño E-core, clave para CA, usado en Great Barrington.

El hito decisivo se produjo en 1893, durante la Exposición Universal de Chicago, cuando Westinghouse iluminó el evento con corriente alterna, demostrando su eficiencia y seguridad. Poco después, la construcción de la central hidroeléctrica de Niágara Falls en 1895, basada en el sistema de CA de Tesla, marcó el triunfo definitivo de la corriente alterna. Este proyecto fue un punto de inflexión, ya que permitió transmitir electricidad a cientos de kilómetros, sentando las bases de los sistemas eléctricos modernos.

Año	Hito	Detalle
1882	Edison establece primera central eléctrica	Basada en CC, en Nueva York.
1886	Westinghouse introduce sistema CA	Usa transformadores, competencia directa con Edison.
1893	CA ilumina Exposición Universal de Chicago	Demuestra superioridad de CA, liderada por Westinghouse y Tesla.

Hoy, los motores eléctricos son esenciales en electrodomésticos y vehículos eléctricos, con avances en eficiencia y control. Los vehículos eléctricos, como los de Tesla, usan motores avanzados, reduciendo emisiones. La integración de semiconductores de banda ancha e IA en sistemas de potencia mejora la eficiencia, con ejemplos en inversores predictivos y monitoreo en tiempo real.

La expansión de los sistemas eléctricos

A principios del siglo XX, los sistemas eléctricos de potencia comenzaron a crecer rápidamente. Las redes eléctricas se expandieron, conectando ciudades y regiones. Un hito clave fue la creación de las primeras redes interconectadas en los años 20, que permitían compartir energía entre diferentes centrales para mejorar la confiabilidad y eficiencia.

Los sistemas crecieron de redes locales a interconectadas. En los años 20, el Reino Unido creó la National Grid y, en EE. UU., la Federal Power Commission de 1920 reguló ventas interestatales, seguida por la Public Utility Holding Company Act de 1935. Proyectos clave incluyen la Represa Hoover, completada en 1936, que empleó a miles de personas durante la Gran Depresión, enfrentando condiciones extremas. **Una anécdota** es la muerte de John Gregory Tierney y su hijo Patrick el mismo día, 14 años después durante la construcción. Más tarde se construyeron plataformas de observación para turistas, y trabajadores especiales, "high-scalers", quitaron/retiraron las rocas sueltas.

La Compañía Anónima Mengemor fue una empresa eléctrica fundada en 1904 en Madrid, España, por tres ingenieros: Carlos Mendoza Sáez de Argandoña, Antonio González Echarte y Alfredo Moreno Osorio. Su nombre proviene de los apellidos de sus fundadores (Mendoza, González, Moreno). En la provincia de Jaén, Mengemor tuvo un papel relevante en el desarrollo de la energía hidroeléctrica y la electrificación de la región, especialmente en la zona minera de Linares y La Carolina.

Inicio de operaciones: en 1904, Mengemor comenzó a operar en Jaén con la construcción de la central hidroeléctrica del Salto de Vado de las Ollas en el río Guadalimar, destinada a suministrar energía a las minas de Linares y La Carolina. **Expansión**: alo largo de los años, la empresa amplió su presencia en Jaén con proyectos como la central hidroeléctrica de Mengíbar (1916), la primera presa móvil construida en España, y el Salto de Escuderos (1911). Estas infraestructuras apoyaron la electrificación de explotaciones mineras y poblaciones locales.

Proyectos hidroeléctricos: Mengemor apostó por la energía hidroeléctrica, construyendo centrales en la cuenca del Guadalquivir. Su trabajo en Jaén incluyó el suministro eléctrico a áreas industriales y urbanas, contribuyendo al desarrollo económico de la región.

Guerra Civil española (1936-1939): durante la guerra, las instalaciones de Mengemor en Jaén quedaron en zona republicana, mientras que otras, como las de Córdoba y Granada, estuvieron bajo control nacional. A pesar de los daños en algunas centrales (como La Vega, Porcuna y Lopera), la producción eléctrica creció en ambas zonas gracias a una gestión eficiente y reparaciones rápidas.

Fusión y fin: Mengemor se enfrentó a dificultades económicas debido a períodos de sequía que limitaron su capacidad de generación. En 1950, el Banco de Vizcaya, accionista mayoritario, forzó su fusión por absorción con la Compañía Sevillana de Electricidad, poniendo fin a sus casi 50 años de actividad en 1951.

Mengemor fue pionera en la electrificación de Jaén y otras regiones de Andalucía, destacando por su enfoque en la energía hidroeléctrica y proyectos innovadores, como la navegabilidad del Guadalquivir. Su absorción por la Compañía Sevillana marcó el final de su trayectoria, pero sus infraestructuras contribuyeron al desarrollo eléctrico de la región, hoy gestionado por empresas como Endesa (a través de e-distribución, antigua Sevillana Endesa).

Otros proyectos famosos incluyen la Tennessee Valley Authority (TVA) de 1933, electrificando áreas rurales y, globalmente, la presa de las Tres Gargantas en China, completada en 2006, con capacidad de 22.000 MW, que desplazó a un millón de personas, pero redujo las inundaciones. En tecnología, la primera línea de 110 kV se construyó en 1912 en Alemania, y hoy algunas operan a 1.000 kV. El transformador, inventado por William Stanley en 1885, fue esencial para la distribución de CA.

En 1929, durante la Gran Depresión, la construcción de la Represa Hoover en Estados Unidos se convirtió en un símbolo de progreso. No solo proporcionó electricidad a millones de personas, sino que también dio trabajo a miles durante una crisis económica. Sin embargo, la obra fue tan ambiciosa que los ingenieros enfrentaron problemas inesperados, como el sobrecalentamiento del concreto. Para resolverlo, instalaron tuberías de enfriamiento dentro de la presa, una solución ingeniosa que aún se estudia en ingeniería.

Otro avance importante fue la introducción de los transformadores de alta tensión y las líneas de transmisión de larga distancia. En los años 30, países como Estados Unidos y la Unión Soviética comenzaron a electrificar regiones remotas, transformando la vida rural. Sin embargo, no todo fue perfecto: los primeros sistemas eran propensos a fallos y los apagones eran comunes.

La era de los apagones y la resiliencia

Hablando de apagones, uno de los más famosos ocurrió en 1965 en el noreste de Estados Unidos, conocido como el "gran apagón del noreste". Este evento afectó a 30 millones de personas y dejó a Nueva York en la oscuridad durante 13 horas. La causa fue un relé mal configurado en una línea de transmisión en Canadá, lo que desencadenó un efecto dominó.

Durante este apagón, surgieron historias curiosas, como la de personas atrapadas en ascensores que organizaron improvisadas sesiones de canto para mantener la calma. Además, el apagón inspiró cambios importantes en la regulación de las redes eléctricas, incluyendo la creación de la North American Electric Reliability Corporation (NERC), que estableció estándares para prevenir fallos similares.

Este acontecimiento marcó un hito en la importancia de la estabilidad de la red. Los ingenieros comenzaron a implementar sistemas de control más avanzados, como los relés de protección y los sistemas de monitoreo en tiempo real.

Año	Apagón	Causa	Impacto
1965	Noreste EE. UU.	Relé defectuoso	30 millones afectados, lecciones de fiabilidad.
2003	Noreste EE. UU./ Canadá	Error de *software*	50 millones, 6 mil millones de dólares en pérdidas.
2012	India	Sobrecarga	600 millones, mayor apagón registrado.

La revolución de las energías renovables y las redes inteligentes

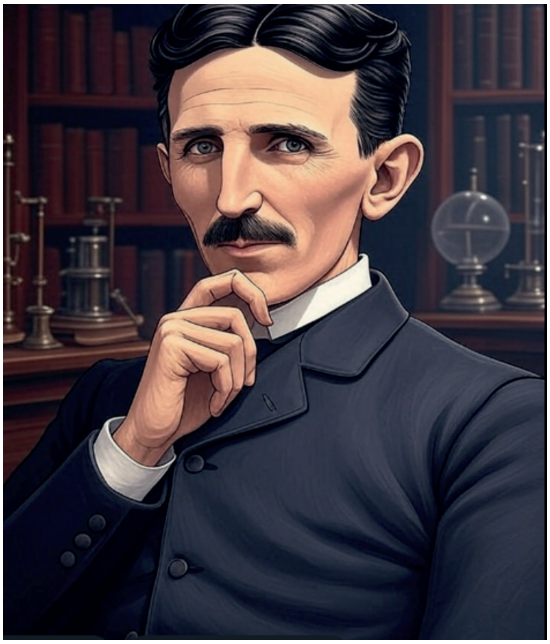
En las últimas décadas, los sistemas eléctricos se han enfrentado a un nuevo desafío: la transición hacia fuentes de energía renovables. La energía eólica y solar, aunque sostenibles, son intermitentes, lo que obliga a replantear cómo diseñamos y operamos las redes.

Un hito reciente es el desarrollo de las redes inteligentes (*smart grids*). Estas redes usan sensores, inteligencia artificial y comunicación en tiempo real para optimizar la distribución de energía. Por ejemplo, en 2010, países como Dinamarca comenzaron a integrar grandes cantidades de energía eólica en sus redes, gracias a sistemas avanzados de pronóstico y balanceo.

Anécdota. En 2016, durante un día particularmente ventoso, Dinamarca generó el 140 % de su demanda eléctrica con turbinas eólicas, exportando el excedente a sus vecinos. Esto no solo mostró el potencial de las renovables, sino también la importancia de las interconexiones entre países.

Otro avance es el uso de baterías de almacenamiento a gran escala, como las desarrolladas por Tesla en Australia (el proyecto Hornsdale). Estas baterías han estabilizado redes al almacenar energía renovable para usarla cuando no hay sol o viento.

CAPÍTULO 2
TESLA Y LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS



Máquinas eléctricas

La evolución de las máquinas eléctricas, que incluyen motores, generadores y transformadores, es un fascinante viaje a través de la historia, la ingeniería y las anécdotas humanas, desde los primeros experimentos hasta las innovaciones actuales.

La historia comienza en el siglo XVII con observaciones de electricidad estática, como las de William Gilbert en 1600, quien acuñó el término "electricidad" del griego "elektron" (ámbar). En 1745, Pieter van Musschenbroek inventó el frasco de Leyden, el primer condensador, y,

en 1752, Benjamin Franklin demostró que el rayo es electricidad con su experimento de la cometa, aunque se debate si realmente lo realizó.

En 1820, Hans Christian Ørsted descubrió accidentalmente el electromagnetismo durante una conferencia, notando que una aguja de brújula se desviaba con corriente eléctrica, conectando electricidad y magnetismo. Michael Faraday, nacido en 1791 en una familia pobre, se educó como encuadernador y asistió a conferencias de Humphry Davy, convirtiéndose en su asistente. Davy, al ser preguntado sobre su mayor descubrimiento, respondió: "Faraday", reconociendo su genio. Faraday descubrió la inducción electromagnética en 1831, base de generadores y motores, y creó el primer motor eléctrico en 1821, mostrando la conversión de energía eléctrica a mecánica. Una anécdota famosa es cuando un político le preguntó para qué servía su invento, y Faraday respondió: "No lo sé, pero estoy seguro de que algún día podrán gravarlo con impuestos", mostrando su visión futurista.

En 1834, Thomas Davenport construyó el primer motor eléctrico práctico, usando baterías para alimentar una pequeña prensa de impresión. Zenobe Gramme, en 1873, descubrió accidentalmente que su dinamo podía funcionar como motor durante una exhibición en Viena, lo cual amplió las aplicaciones de los motores de corriente continua.

Un hito clave fue el motor de inducción de Nikola Tesla en 1887-1888, que revolucionó la industria con su simplicidad. Una anécdota famosa es que Tesla tuvo la idea mientras recitaba a Goethe, describiéndola como un "relámpago de inspiración". Otro avance fue el transformador de William Stanley en 1885, y una historia interesante es que se mudó a Great Barrington por problemas de salud, donde hizo su demostración en 1886. Los motores sin escobillas, inventados en 1962, ahora impulsan vehículos eléctricos y drones, mostrando su impacto moderno.

Nikola Tesla, nacido en 1856 en Smiljan (hoy Croacia), inventó el motor de inducción mientras trabajaba en Nueva York. La visión poética de Nikola Tesla no se refiere a una poesía en el sentido literario, sino a la manera profundamente imaginativa, casi mística, con la que concebía la ciencia, la tecnología y su relación con el universo. Tesla era un visionario cuya mente combinaba rigor científico con una perspectiva filosófica y estética sobre la energía, la naturaleza y el potencial humano.

La energía como fuerza universal. Tesla veía la energía como una entidad omnipresente que conecta todo en el universo. Su fascinación por la electricidad no era solo técnica, sino profundamente filosófica: la consideraba una manifestación de la fuerza vital del cosmos. En su artículo "The Problem of Increasing Human Energy" (1900), describe la energía como un flujo que podía ser comprendido y aprovechado para elevar a la humanidad. Esta idea tiene un matiz poético, ya que veía la electricidad como un medio para unir a las personas y armonizar la existencia con las leyes naturales. Cita representativa: "Cuando pienso en la energía, veo el universo como un gran organismo vivo, movido por un solo ritmo".

Imaginación como motor de la creación. Tesla tenía una capacidad extraordinaria para visualizar inventos completos en su mente antes de construirlos. Esta habilidad, que él describía como una especie de "visión mental", era casi artística. En su autobiografía, *My Inventions* (1919), relata cómo podía "ver" máquinas funcionando con todo detalle, como si fueran reales. Esta capacidad de soñar despierto y materializar ideas refleja una sensibilidad poética, donde la imaginación trasciende lo técnico para convertirse en un acto creativo puro. Su invención del motor de corriente alterna (CA) nació de una visión mientras paseaba por un parque en Budapest, recitando versos de Goethe. La imagen del sol girando le inspiró el principio del campo magnético rotatorio.

Una humanidad conectada y elevada. Tesla soñaba con un mundo donde la energía libre y accesible eliminara las barreras entre las personas. Su proyecto de la Torre Wardenclyffe (1901-1917) buscaba transmitir energía eléctrica sin cables a nivel global, no solo para fines prácticos, sino para fomentar la paz y la unidad. Esta idea utópica, aunque irrealizable en su tiempo, refleja una visión poética de un mundo interconectado, donde la tecnología libera a la humanidad de la escasez y el conflicto. Cita inspiradora: "El deseo que me guía en todo lo que hago es el deseo de aprovechar las fuerzas de la naturaleza para el servicio de la humanidad".

Conexión con la naturaleza. Tesla tenía una sensibilidad casi espiritual hacia las fuerzas naturales. Creía que la humanidad debía trabajar en armonía con el universo, no en su contra. Su fascinación por fenómenos como los relámpagos (que estudió para desarrollar su bobina) o las vibraciones electromagnéticas refleja una visión poética de la naturaleza como una sinfonía de fuerzas que podían ser descifradas y canalizadas. Ejemplo: su interés en las frecuencias de resonancia (como la idea de que

ciertos dispositivos podían resonar con la tierra misma) muestra que veía la tecnología como un diálogo poético con el planeta.

El inventor como poeta. Tesla se veía a sí mismo como un creador que iba más allá de lo práctico. En entrevistas, comparaba su trabajo con el de un artista que busca belleza y verdad. Sus ideas, a menudo incomprendidas en su época, tenían un carácter visionario que trascendía lo técnico para adentrarse en lo filosófico y estético. Por ejemplo, su obsesión con el número 3 o su creencia en que el universo operaba bajo principios matemáticos armónicos reflejan una mente que buscaba patrones poéticos en la realidad.

Otra historia es su relación con Mark Twain. Tesla usó su oscilador, un dispositivo vibratorio, y Twain experimentó un efecto laxante inesperado, lo que Tesla encontró divertido.

En cuanto a los generadores eléctricos, comenzaron en los 1860s con Werner von Siemens y Charles Wheatstone, desarrollando dinamos para generar corriente continua. Los alternadores, esenciales para la corriente alterna, evolucionaron con la necesidad de transmisión eficiente, permitiendo la generación a larga distancia.

Transformadores y distribución de energía. William Stanley, nacido en 1858, trabajó para George Westinghouse y desarrolló el primer transformador práctico en 1885, basado en prototipos de Lucien Gaulard y John Dixon Gibbs. En 1886, demostró el primer sistema completo de transmisión de corriente alterna de alta tensión en Great Barrington, Massachusetts. Una anécdota es que se mudó allí debido a problemas respiratorios causados por la contaminación en Pittsburgh, lo que llevó a su innovador trabajo.

Año	Hito en máquinas eléctricas	Inventor	Detalles
1660	Primer generador eléctrico	Otto von Guericke	Dispositivo creando electricidad estática.
1825	Primer electroimán	William Sturgeon	Desarrolló el primer electroimán.
1831	Ley de inducción	Michael Faraday	Publicó la ley de inducción (Joseph Henry la desarrolló independientemente).
1831	Prototipo de motor DC	Joseph Henry	Desarrolló un prototipo de motor DC en EE. UU.

Año	Hito en máquinas eléctricas	Inventor	Detalles
1832	Prototipo de generador DC	Hippolyte Pixii	Desarrolló un prototipo de generador DC en Francia.
1836	Transformador	Nicholas Callan	Inventó el transformador en Irlanda.
1844	Generador Woolrich	N/A	Primer generador eléctrico usado en procesos industriales.
1850	Generador AC práctico	Floris Nollet	Inventó y patentó un generador AC práctico.
1873	Generador DC como motor DC	Zenobe Gramme	Descubrió accidentalmente, durante una exhibición en Viena, que un generador DC también funciona como motor. .
1888	Motor de inducción	Galileo Ferraris, Nikola Tesla	Ferraris publica artículo; Tesla obtiene patente en EE. UU.

Máquinas eléctricas modernas. Los motores y generadores síncronos, que operan a velocidad constante, se desarrollaron en el siglo XX y fueron usados en grandes sistemas, como turbinas, y en la tracción eléctrica (AVE). Los motores de corriente continua sin escobillas (BLDC), inventados en 1962 por T.G. Wilson y P.H. Trickey, emergieron con avances en electrónica de estado sólido, superando limitaciones de potencia en los 80 con materiales magnéticos avanzados.

Hoy impulsan vehículos eléctricos, drones y periféricos de computadoras, mostrando su versatilidad.

Tendencias futuras. El futuro incluye materiales avanzados, como superconductores, que reducen las pérdidas, y la integración con IA para control inteligente, lo cual optimiza la eficiencia. La transmisión de energía inalámbrica, inspirada en ideas de Tesla, está en etapas tempranas, con potencial para cargar dispositivos sin cables. La evolución de las máquinas eléctricas refleja innovación y desafíos, desde Faraday hasta motores BLDC. Anécdotas como la visión de Tesla o los problemas de salud de Stanley ilustran el ingenio humano. El futuro, con tecnologías emergentes, promete un impacto continuo en transporte y energía.

CAPÍTULO 3

ENERGIAS RENOVABLES Y CENTRALES NUCLEARES

Las energías renovables han crecido significativamente, se espera que en 2025 superen al carbón en generación eléctrica, alcanzando el 46 % para 2030, según la Agencia Internacional de la Energía (IEA). Las energías renovables, como la solar, eólica e hidroeléctrica, son cruciales para reducir emisiones y combatir el cambio climático.

El uso de energías renovables data de miles de años. Los antiguos egipcios usaban velas para capturar la energía eólica y, en el siglo VII a.C., se empleaba la energía solar para calentar mediante reflexión. Los molinos de agua, documentados desde el siglo III a.C., molían grano, marcando el inicio de la hidroelectricidad mecánica.

En 1839, Edmond Becquerel descubrió el efecto fotovoltaico, notando corriente eléctrica al exponer electrodos a la luz, base de los paneles solares. En 1882, se construyó la primera planta hidroeléctrica comercial en Wisconsin, generando 12,5 kW. En 1954, se creó la primera célula solar de silicio, con un 6 % de eficiencia inicialmente.

Charles Brush, en 1888, construyó una turbina eólica de 18 metros que alimentaba su casa, mostrando, así, su visión innovadora. Poul la Cour, en Dinamarca, desarrolló reguladores para energía eólica, promoviendo la descentralización. El siglo XIX marcó el inicio de tecnologías modernas. En 1878, William Armstrong implementó un esquema hidroeléctrico en su hogar de Northumberland, alimentando una lámpara, un precursor de las plantas comerciales. Durante la crisis del petróleo de los 70, Jerry Whitfield y Ken Tucker crearon *pellets* de madera, una alternativa sostenible.

En 2024, las renovables cubrieron más del 80 % del aumento en demanda eléctrica global. Las energías renovables, definidas como fuentes de energía que se renuevan naturalmente (solar, eólica, hidroeléctrica, geotérmica y biomasa), son esenciales para mitigar el cambio climático y asegurar la sostenibilidad energética. Su relevancia ha crecido, especialmente en el contexto de la crisis climática, ya que 2024 ha sido el año más cálido registrado según la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (en inglés, National Oceanic and Atmospheric Administration).

Hitos clave en las energías renovables

A continuación, se presenta una tabla con los hitos más relevantes, extraída de investigaciones recientes:

Hito	Año	Detalles
Uso temprano de energía solar para calentar	Siglo VII a.C.	Humanos usaban reflexión para calentar, base de la energía pasiva.
Descubrimiento del efecto fotovoltaico	1839	Edmond Becquerel notó corriente eléctrica con luz, base para celdas solares.
Primera planta hidroeléctrica comercial	1882	En Appleton, Wisconsin, generando 12,5 kW.
Primer panel solar (selenio)	1883	Charles Fritts, con 1 % de eficiencia.
Primera célula solar de silicio	1954	Calvin Fuller, Gerald Pearson y Daryl Chapin, 6 % de eficiencia inicialmente.
Primera granja eólica *offshore*	1991	Vindeby Wind Farm en Dinamarca, marcando el inicio de la eólica marina.

Estos hitos reflejan el progreso tecnológico, con la energía solar y eólica superando a la hidroeléctrica en generación para 2024, según la IEA.

Centrales nucleares

La energía nuclear comenzó con el descubrimiento de la radiactividad a finales del siglo XIX, pero su uso en la generación de electricidad se consolidó en la década de 1940. En diciembre de 1942, Enrico Fermi logró la primera reacción en cadena controlada en el "Chicago Pile-1" en la Universidad de Chicago, un hito que marcó el inicio de la era nuclear. Este evento fue crucial, ya que sentó las bases para el desarrollo de reactores nucleares para fines pacíficos, especialmente después de los bombardeos atómicos de Hiroshima y Nagasaki en agosto de 1945, que destacaron el potencial destructivo y aceleraron la investigación para aplicaciones civiles.

Anécdota. En 1951, el Experimental Breeder Reactor-1 (EBR-1) en Idaho, Estados Unidos, generó electricidad por primera vez, aunque solo suficiente para encender cuatro bombillas, simbolizando el inicio de la energía nuclear comercial. Este reactor, operado por el Argonne National Laboratory, fue un paso temprano hacia la generación de energía a gran escala.

La primera central nuclear del mundo, AM-1 en Obninsk, USSR, comenzó a operar en 1954, con una capacidad de 5 MWe. Este reactor, de diseño de agua a presión y grafito moderado, sirvió como prototipo para futuros diseños, incluyendo reactores como el de Chernobyl. En 1956, el Reino Unido inauguró Calder Hall 1, un reactor Magnox de 50 MWe, marcando la primera central nuclear comercial en el país. Ese mismo año, Francia inició su primer reactor de diseño gas-gráfico, con modelos comerciales desde 1959.

En Estados Unidos, Shippingport, en Pensilvania, comenzó a operar en diciembre de 1957, con una capacidad de 60 MWe. Este reactor no solo proporcionó electricidad, sino que también fue reconvertido en un reactor reproductor de agua ligera para probar el uso de torio y uranio-233, proporcionando datos valiosos para futuras tecnologías.

La década de 1960 vio la expansión de reactores comerciales, con Yankee Rowe y Dresden-1 (BWR), ambos de 250 MWe, que iniciaron operaciones en 1960. Canadá introdujo el primer reactor CANDU en 1962, utilizando

uranio natural y agua pesada, un diseño distintivo que se convirtió en un estándar nacional. En la Unión Soviética, Beloyarsk y Novovoronezh comenzaron a operar en 1964, con capacidades de 100 MW y 210 MW, respectivamente.

En 2025, la generación nuclear alcanzará un récord, con reactores modulares pequeños o minirreactores nucleares SMRs y extensiones de vida útil, como Monticello en Minnesota, liderando el camino. La IEA destaca un renacimiento nuclear, apoyado por políticas y proyectos globales.

Accidentes y cambios en la percepción pública

Los accidentes nucleares han sido hitos significativos que han moldeado la percepción pública y las políticas. En octubre de 1957, el incendio del reactor Windscale en el Reino Unido liberó 20.000 curies de yodo radiactivo, afectando el norte de Europa. Este acontecimiento fue uno de los primeros accidentes graves, precediendo a otros más impactantes.

En marzo de 1979, el accidente de Three Mile Island en Pensilvania fue el peor incidente nuclear en la historia de EE.UU. hasta ese momento, causado por fallos de equipo y errores humanos. Aunque no hubo víctimas fatales, el incidente llevó a una revisión exhaustiva de las normas de seguridad y a la creación del Institute of Nuclear Power Operations (INPO) en octubre de 1979 para mejorar la seguridad y el rendimiento.

El desastre de Chernobyl en abril de 1986, cerca de Kiev, USSR, fue catastrófico, con explosiones que rompieron el contenedor y liberaron radiación, exponiendo a más de 75 millones de personas y causando miles de muertes a largo plazo. Este hecho, considerado el peor accidente nuclear, tuvo un impacto global en las políticas nucleares y llevó a una mayor estrictez en las regulaciones internacionales.

En 2011, el accidente de Fukushima Daiichi, en Japón, causado por un tsunami, fue otro recordatorio de los riesgos, destacando la necesidad de planificación contra desastres naturales y mejoras en la seguridad.

Las anécdotas ilustran el impacto social y tecnológico de las centrales nucleares. En julio de 1955, Arco, Idaho, con una población de 1.000 habitantes, se convirtió en la primera ciudad del mundo alimentada exclusivamente por energía nuclear, gracias al reactor experimental BORAX-III del Argonne National Laboratory. Este acontecimiento fue un

símbolo del potencial de la energía nuclear para transformar comunidades, aunque solo duró un breve período.

La construcción de Shippingport en 1957 fue un hito tecnológico, no solo por ser la primera central comercial en EE.UU., sino también por su reconversión en un reactor reproductor, probando el uso de torio y uranio-233. Este experimento proporcionó datos cruciales para el desarrollo de futuras tecnologías.

El impacto de Three Mile Island en 1979 no solo afectó a la percepción pública, sino que también llevó a cambios significativos en las regulaciones. La creación del INPO fue una respuesta directa, y el juicio de 1996, donde se desestimó una demanda colectiva por falta de evidencia, reflejó los debates legales y sociales posteriores.

La cooperación internacional también ofrece anécdotas interesantes. En 1994, EE.UU. y Rusia firmaron el acuerdo "Megatons to Megawatts", por el cual EE.UU. compró uranio enriquecido a Rusia para usarlo como combustible nuclear, con el objetivo de prevenir la proliferación de material fisible de misiles nucleares. Este acuerdo, que duró hasta 2013, simbolizó la colaboración en la gestión de materiales nucleares.

Chernobyl: el desastre de 1986 tuvo consecuencias devastadoras, con más de 75 millones de personas expuestas a la radiación y miles de muertes a largo plazo. Este evento marcó un cambio en la percepción global, llevando a regulaciones más estrictas y a la construcción del sarcófago de contención en 2016.

Fukushima Daiichi: el accidente de 2011, causado por un tsunami, resaltó la necesidad de planificación contra desastres naturales. Japón cerró temporalmente todas sus centrales nucleares, pero en 2025 varias han sido reactivadas, lo que refleja un retorno a la energía nuclear para cumplir con objetivos de emisiones.

Tabla de hitos clave en la historia de las centrales nucleares

Año	Hito/Acontecimiento	Detalles
1942	Primera reacción en cadena controlada	Chicago Pile-1, Enrico Fermi, Universidad de Chicago, base para reactores.
1951	Primer reactor que produce electricidad	EBR-1, Idaho, EE.UU., encendió cuatro bombillas.
1954	Primera central nuclear del mundo	AM-1, Obninsk, USSR, 5 MWe, prototipo para RBMK.
1956	Primera central comercial en Reino Unido	Calder Hall 1, 50 MWe, Magnox, operó hasta 2003.
1957	Primera central comercial en EE.UU.	Shippingport, PA, 60 MWe, PWR, operó hasta 1982.
1960	Primeros reactores comerciales de gran escala	Yankee Rowe (PWR) y Dresden-1 (BWR), ambos 250 MWe.
1962	Primer reactor CANDU	Canadá, uranio natural, agua pesada, diseño distintivo.
1979	Accidente de Three Mile Island	Pensilvania, EE.UU., fallos de equipo, creó INPO.
1986	Desastre de Chernobyl	Ucrania, USSR, explosiones, >75 millones expuestos, peor accidente.
1997	Primer reactor de tercera generación tardía	Kashiwazaki-Kariwa 6, Japón, 1350 MWe, Advanced BWR.

Estado actual y perspectivas futuras

En mayo de 2025, la energía nuclear está experimentando un renacimiento, según la Agencia Internacional de la Energía (IEA). La generación global alcanzó un récord en 2025, impulsada por el aumento de la producción en Francia, la reactivación de plantas en Japón y la construcción de nuevos reactores en China, India, Corea del Sur y Europa. Se espera que se agreguen 29 GW de capacidad nuclear adicional en los próximos años, con alrededor de 70 reactores en construcción, principalmente en Asia.

Las extensiones de vida útil también son significativas. En 2025, la central de Monticello en Minnesota recibió aprobación para operar hasta 80 años, siendo la novena unidad comercial en EE.UU. con esta extensión. Se esperan decisiones similares para V.C. Summer en Carolina del Sur, Perry en Ohio y Diablo Canyon en California, extendiendo operaciones de 40 a 60 años.

Políticas e inversiones están apoyando este crecimiento. La IEA destaca un nuevo impulso, con proyectos como la expansión de Vogtle en Georgia,

donde las unidades 3 y 4, que utilizan tecnología AP1000, comenzaron a operar en 2023, cada una proporcionando más de 1.000 MWe de electricidad limpia. Además, proyectos como el reactor Natrium de TerraPower en Wyoming, con una capacidad de 345 MWe y enfriamiento de sodio líquido, están en construcción, con evaluaciones de seguridad avanzadas que registran cualquier desviación, fallo o incumplimiento de los estándares de calidad, seguridad o diseño en un componente, proceso o sistema de una instalación nuclear.

Los reactores modulares pequeños (SMRs) son una tendencia clave, con más de 80 diseños en desarrollo. Reactores nucleares de menor tamaño (generalmente menos de 300 MW) diseñados para ser modulares, escalables, seguros y más económicos que los reactores tradicionales.

NuScale's VOYGR, con módulos de 77 MW certificados por la NRC de EE.UU., lidera el camino, y se espera que se seleccione el primer proyecto "first-mover" a mediados de 2025. Estas tecnologías ofrecen ventajas en términos de costos y flexibilidad, especialmente para países en desarrollo.

Explicación breve: se construyen en fábricas, se transportan y ensamblan en el lugar elegido, lo que reduce costes y tiempos. Contexto actual: creciente interés en SMR para descarbonización, electrificación remota y aplicaciones industriales.

El USS Nautilus fue el primer submarino nuclear del mundo (1954), impulsado por un reactor compacto que inspiró el concepto de los SMR.

Anécdota. Durante las pruebas, los ingenieros descubrieron que el reactor era tan eficiente que el Nautilus navegó 62.000 millas con una sola carga de combustible, algo impensable para los submarinos diésel de la época. Este hito demostró que los reactores pequeños podían ser potentes y seguros, sentando las bases para los SMR modernos.

Anécdota. En los años 50, el Almirante Hyman Rickover, conocido como el "padre de la marina nuclear", insistió en pruebas tan rigurosas que los ingenieros bromeaban diciendo que el reactor podía sobrevivir "hasta un ataque alienígena".

En los años 60, se exploraron reactores pequeños para comunidades remotas, por ejemplo: el reactor PM-2A en Camp Century, Groenlandia, una base militar secreta bajo el hielo o el PM-2A (1960), que fue uno de los primeros reactores modulares transportables, aunque diseñado para uso militar.

Anécdota. El reactor funcionó bien, pero el proyecto "Ciudad bajo el hielo" fue abandonado por problemas logísticos. Los científicos dejaron el reactor enterrado y, décadas después, el cambio climático ha hecho que se tema que los desechos nucleares resurjan con el deshielo.

Con el cambio climático y la necesidad de energía limpia, los SMR resurgieron como alternativa a los grandes reactores, que eran caros y complejos. En 2000, el Departamento de Energía de EE.UU. comenzó a financiar investigaciones en SMR, marcando el inicio de su era moderna. Los SMR se construyen en fábricas, como si fueran piezas de Lego, lo que reduce costos y tiempos de construcción (a diferencia de los reactores tradicionales, que tardan décadas). El diseño NuScale (EE.UU.), aprobado por la Comisión Reguladora Nuclear en 2020, fue el primer SMR en obtener certificación para uso comercial.

Anécdota. Los ingenieros de NuScale usaron simulaciones por computadora tan avanzadas que podían predecir el comportamiento del reactor en escenarios extremos, como un terremoto, ganándose, así, la confianza de los reguladores.

Características de seguridad pasiva: los SMR modernos no dependen de sistemas activos (bombas, generadores) para enfriarse, sino de leyes físicas como la convección. Hito: el reactor de sales fundidas (MSR), un tipo de SMR, promete ser aún más seguro al operar a baja presión. Ejemplo: el proyecto ThorCon.

Anécdota. Durante una demostración en los años 60 del reactor ORNL Molten Salt Reactor, los científicos desconectaron la energía para mostrar que el reactor se apagaba solo de forma segura, dejando a los espectadores boquiabiertos.

Aplicaciones innovadoras

SMR para comunidades remotas, minería, bases militares e, incluso, naves espaciales (proyectos de la NASA). Hito: el proyecto BWRX-300 de GE-Hitachi, que en 2023 firmó acuerdos para instalar SMR en Canadá y Polonia.

Anécdota. En Alaska, un proyecto piloto de SMR planea alimentar una comunidad indígena remota, eliminando la dependencia de generadores diésel que debían ser transportados en avión.

El reactor flotante ruso: Rusia lanzó en 2019 el Akademik Lomonosov, una barcaza con dos SMR que suministra energía a regiones remotas del Ártico.

Anécdota. Los críticos lo apodaron "Chernóbil flotante", pero Rusia lo promocionó como una solución innovadora para el cambio climático. Hasta ahora, ha operado sin incidentes.

Otro caso: en los años 80, Argentina desarrolló el CAREM, un SMR diseñado para exportación. Los retrasos y problemas de financiación convirtieron el proyecto en una especie de "leyenda urbana" entre ingenieros nucleares.

Aunque los SMR prometen ser más baratos, los costes iniciales de desarrollo son altos. Ejemplo: el proyecto NuScale en Utah fue cancelado en 2023 por aumento de los costes. Preocupaciones ambientales: gestión de desechos nucleares y riesgos de proliferación.

Anécdota. En una audiencia pública en Canadá, un activista preguntó si un SMR podía usarse para fabricar armas nucleares. La respuesta técnica fue "no es práctico", pero la pregunta desató un debate público sobre percepción vs realidad.

El futuro de los SMR es explicar al público el potencial de los SMR y sus aplicaciones futuras. Ejemplos: Rolls-Royce en Reino Unido, TerraPower (apoyado por Bill Gates) en EE.UU. y el proyecto chino HTR-PM, que entró en operación en 2021. El HTR-PM chino es el primer reactor modular de alta temperatura en operar comercialmente, un gran paso para la tecnología de SMR. Entre las aplicaciones futuras se encuentra el suministro de energía a los centros de datos, producir hidrógeno verde o, incluso, misiones espaciales a Marte. Igualmente, los SMR podrían ayudar a países en desarrollo a acceder a energía limpia sin grandes infraestructuras.

Anécdota. En una conferencia de la ONU, un representante de una isla del Pacífico propuso usar SMR para proteger su nación del aumento del nivel del mar, mostrando que la tecnología podría ser un salvavidas para comunidades vulnerables.

Los SMR han evolucionado desde experimentos militares hasta una solución prometedora para el cambio climático, con hitos como el USS Nautilus, NuScale y el HTR-PM. Los SMR no son la solución a todos los problemas energéticos, pero son un paso audaz hacia un futuro más limpio y sostenible.

CAPÍTULO 4
EL COCHE ELÉCTRICO

Hoy, los coches eléctricos están en todas partes, pero ¿sabe que **su historia comenzó hace casi 200 años?**

Los orígenes del coche eléctrico (1830-1900)

El coche eléctrico no es una novedad reciente. Hacia 1830, Robert Anderson, un inventor escocés, crea un rudimentario carruaje eléctrico, concretamente en 1832, alimentado por baterías no recargables.

Anécdota. Las baterías eran tan pesadas que el vehículo apenas podía moverse, pero fue un hito para la época. En el contexto de aquella época, la electricidad era una novedad, no había redes eléctricas ni infraestructura.

Hacia 1880, Gustave Trouvé y otros inventores desarrollan vehículos eléctricos más prácticos. En 1881, Trouvé presenta un triciclo eléctrico en París.

Hito: en 1899, el vehículo eléctrico La Jamais Contente de Camille Jenatzy alcanzó los 105,88 km/h, el primer automóvil en superar los 100 km/h.

Anécdota. Jenatzy, apodado "El Diablo Rojo", conducía con un puro en la boca, lo que le dio un aire de celebridad.

A finales del siglo XIX, los coches eléctricos eran preferidos en ciudades como Nueva York y Londres por ser silenciosos y no emitir humos, a diferencia de los vehículos de combustión o de vapor. En el año 1900, el 38 % de los automóviles en EE.UU. eran eléctricos, frente al 22 % de gasolina.

Anécdota. Clara Ford, esposa de Henry Ford, conducía un coche eléctrico Detroit Electric porque lo consideraba más elegante y limpio.

El declive del coche eléctrico (1900-1980)

Los coches eléctricos desaparecieron durante décadas debido a la competencia con la gasolina. En el año 1908 aparece el Ford Model T, que revoluciona la industria con la producción en masa, haciendo los coches de gasolina más baratos.

Las limitaciones de los eléctricos fueron las baterías pesadas, poca autonomía (50-80 km) y falta de infraestructura de carga.

Desaparición gradual en la década de 1920-1930

Las estaciones de carga urbanas desaparecen y la gasolina se impone con la expansión de carreteras y estaciones de servicio. Para el año 1935, los coches eléctricos prácticamente desaparecen del mercado.

En los años 1960-1970, la crisis del petróleo despierta interés en los eléctricos. Ejemplo: General Motors desarrolla el Electrovair, pero no pasa de prototipo.

Anécdota. En 1973, un inventor llamado Victor Wouk convierte un Buick Skylark en eléctrico, pero las automotrices lo ignoran. Wouk es considerado el "padrino del coche eléctrico moderno".

El renacimiento del coche eléctrico (1990-2010)

El coche eléctrico resurgió gracias a la tecnología y la conciencia ambiental. En 1996 General Motors lanza el EV1, el primer coche eléctrico moderno producido en masa.

Hito: usaba baterías de plomo-ácido (luego de níquel-metal hidruro) y tenía una autonomía de 120-200 km.

Anécdota. Los usuarios del EV1 lo adoraban, pero General Motors retiró todos los vehículos en 2003, destruyéndolos, lo que generó protestas y teorías conspirativas, documentadas en *Who Killed the Electric Car?*

El auge de los híbridos. En el año 1997, Toyota lanza el Prius, el primer híbrido de éxito comercial. Aunque no es un eléctrico puro, el Prius allanó el camino para la aceptación de tecnologías alternativas.

Anécdota. Celebridades como Leonardo DiCaprio popularizaron el Prius, convirtiéndolo en un símbolo de conciencia ambiental.

El nacimiento de Tesla. Fundación de Tesla Motors por Martin Eberhard y Marc Tarpenning en el año 2003.

Hito: 2008, Tesla Roadster, el primer coche eléctrico de alto rendimiento (autonomía de 350 km, 0-100 km/h en 3,7 segundos).

Anécdota. Elon Musk, quien se unió a Tesla en 2004, arriesgó su fortuna personal para salvar la empresa durante la crisis financiera de 2008. El Roadster demostró que los coches eléctricos podían ser rápidos, atractivos y deseables.

La revolución del coche eléctrico (2010-2025)

Se produce el avance de los coches eléctricos y los hitos recientes, y el crecimiento del mercado. En los años 2010 se produce el lanzamiento del Nissan Leaf (2010) y del Tesla Model S (2012).

Hito: en 2020, los coches eléctricos representan el 4 % de las ventas globales; en 2024, superan el 20 % en mercados como Europa y China.

Anécdota. En Noruega, el 80 % de los coches nuevos en 2023 eran eléctricos, gracias a incentivos fiscales.

Avances tecnológicos en las baterías de iones de litio, mayor densidad energética, menor coste (de 890 €/kWh en 2010 a ~ 115 €/kWh en 2024).

Hito: en 2023, BYD lanza el Seagull, un coche eléctrico asequible (~8.809 €).

BYD Auto Co., Ltd. es la filial automotriz de BYD Company, una multinacional china con sede en Shenzhen, fundada en 1995 por Wang Chuanfu. Inicialmente un fabricante de baterías, BYD entró en la industria automotriz en 2003 al adquirir Xi'an Qinchuan Automobile. Desde entonces, se ha convertido en el mayor fabricante mundial de vehículos eléctricos enchufables (BEVs y PHEVs), superando a Tesla en ventas globales de vehículos totalmente eléctricos a finales de 2023.

Anécdota. Empresas como Contemporary Amperex Technology Co., Limited (CATL) experimentan con baterías de estado sólido, que podrían ofrecer 1.000 km de autonomía para 2030.

CATL es una empresa china líder en tecnología de baterías, fundada en 2011 por Robin Zeng, con sede en Ningde, provincia de Fujian. Se especializa en la fabricación de baterías de litio-ion para vehículos eléctricos (EVs) y sistemas de almacenamiento de energía, además de sistemas de gestión de baterías (BMS). CATL es el mayor fabricante mundial de baterías para EVs y almacenamiento de energía, con una cuota de mercado global del 37 % y 40 %, respectivamente, en 2023.

Crecimiento de redes de carga: Tesla Superchargers, Electrify America, etc.

Hito: en 2025, China tiene más de 3 millones de puntos de carga públicos.

Anécdota. En 2021, un conductor completó un viaje de 27.000 km en un Tesla Model 3, cruzando 22 países, demostrando la viabilidad de los viajes largos.

Impacto ambiental de la extracción de litio y cobalto.

Anécdota. En 2023, un informe sobre minas de cobalto en el Congo generó debates éticos en la industria.

Baterías de estado sólido, carga inalámbrica, integración con energías renovables.

Hito: empresas como Aptera desarrollan coches solares con hasta 1.600 km de autonomía.

Anécdota. En 2024, un prototipo de Mercedes-Benz con paneles solares recorrió 1.000 km sin recargar.

Visión a largo plazo. Predicciones: para 2035, el 50 % de los vehículos nuevos podrían ser eléctricos.

Impacto: reducción de emisiones, pero necesidad de políticas para reciclar baterías y mejorar la red eléctrica.

Desde los carruajes eléctricos del siglo XIX hasta los Tesla y BYD de hoy, el coche eléctrico ha superado obstáculos técnicos, culturales y económicos. Las anécdotas (como el Diablo Rojo o el viaje transcontinental en Tesla) muestran su impacto humano.

Los coches eléctricos no solo son una solución tecnológica, sino un cambio cultural hacia la sostenibilidad.

Los sistemas eléctricos de potencia han recorrido un largo camino, desde los experimentos de Faraday hasta las redes inteligentes de hoy. Cada hito, desde la guerra de las corrientes hasta la integración de renovables, ha sido acompañado por desafíos técnicos y anécdotas que reflejan la creatividad humana. Estos sistemas no solo son un logro de la ingeniería, sino también un testimonio de nuestra capacidad para innovar y adaptarnos.

En el futuro, enfrentaremos nuevos retos, como la electrificación total de sectores como el transporte y la integración de inteligencia artificial en las redes. **Pero, si algo nos enseña la historia, es que la humanidad siempre encuentra formas de encender la luz, incluso en los momentos más oscuros.**

BIBLIOGRAFÍA

[1] B. Bowers, *A History of Electric Light & Power*. Londres, RU: Peter Peregrinus, 1982.

[2] T. P. Hughes, *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880–1930*. Baltimore, MD, EE.UU.: Johns Hopkins University Press, 1983.

[3] J. E. Brittain, *Alexanderson: Pioneer in American Electrical Engineering*. Baltimore, MD, EE.UU.: Johns Hopkins University Press, 1992.

[4] M. Faraday, *Experimental Researches in Electricity*Londres, RU: Richard and John Edward Taylor, 1839–1855.

[5] B. J. Hunt, *The Maxwellians*. Ithaca, NY, EE.UU.: Cornell University Press, 1991.

[6] M. B. Schiffer, *Power Struggles: Scientific Authority and the Creation of Practical Electricity Before Edison*. Cambridge, MA, EE.UU.: MIT Press, 2008.

[7] J. D. Ryder and D. G. *Fink, Engineers and Electrons: A Century of Electrical Progress*. Nueva York, NY, EE.UU.: IEEE Press, 1984.

[8] J. D. Román Montero, "Genios de la Ingeniería Eléctrica," Academia.edu, 2016. [*Online*]. Disponible en https://www.academia.edu/Genios_de_la_Ingenieria_Electrica.

[9] I. Asimov, *Biographical Encyclopedia of Science and Technology*. Nueva York, NY, EE.UU.: Doubleday, 1982.

[10] W. B. Carlson, *Tesla: Inventor of the Electrical Age*. Princeton, NJ, EE.UU.: Princeton University Press, 2013.

[11] R. Kline, *Steinmetz: Engineer and Socialist*. Baltimore, MD, EE.UU.: Johns Hopkins University Press, 1992.

[12] G. C. McVittie, "The Early History of Electrical Engineering," IEEE Transactions on Education, vol. 7, n.º 2, pp. 45–52, 1964.

[13] J. Perlin, *Let It Shine: The 6,000-Year Story of Solar Energy*. Novato, CA, EE.UU.: New World Library, 2013.

[14] V. Smil, *Energy Transitions: History, Requirements, Prospects*. Santa Bárbara, CA, EE.UU.: Praeger, 2010.

[15] G. Boyle, *Renewable Energy: Power for a Sustainable Future*, 3.ª ed. Oxford, RU: Oxford University Press, 2012.

[16] D. Yergin, *The Quest: Energy, Security, and the Remaking of the Modern World*. Nueva York, NY, EE.UU.: Penguin Press, 2011.

[17] B. K. Sovacool, *The National Politics of Renewable Energy: A Global History*. Cambridge, MA, EE.UU.: MIT Press, 2017.

[18] IRENA, "Renewable Energy: A Historical Perspective," International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, UAE, 2019. [*Online*]. Disponible en https://www.irena.org/publications/2019/Renewable-Energy-Historical-Perspective.

[19] M. Z. Jacobson, *100% Clean, Renewable Energy and Storage for Everything*. Cambridge, RU: Cambridge University Press, 2020.

[20] R. G. Hewlett y O. E. Anderson Jr., *The New World, 1939–1946: A History of the United States Atomic Energy Commission*, volumen I. University Park, PA, EE.UU.: Pennsylvania State University Press, 1962.

[21] J. J. Duderstadt y L. J. Hamilton, *Nuclear Reactor Analysis*. Nueva York, NY, EE.UU.: Wiley, 1976.

[22] B. Goldschmidt, *The Atomic Complex: A Worldwide Political History of Nuclear Energy*. La Grange Park, IL, EE.UU.: American Nuclear Society, 1982.

[23] C. K. Hyde, *Technological Innovation and the Cold War: The Nuclear Industry*. Londres, RU: Routledge, 2007.

[24] J. Mahaffey, *Atomic Awakening: A New Look at the History and Future of Nuclear Power*. Nueva York, NY, EE.UU.: Pegasus Books, 2009.

[25] M. V. Ramana, *The Power of Promise: Examining Nuclear Energy in India*. Nueva Delhi, India: Penguin Books, 2012.

[26] IAEA, "Milestones in the Development of Nuclear Power," International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria, 2020. [*Online*]. Disponible en https://www.iaea.org/publications/reports/milestones-in-the-development-of-nuclear-power.

[27] Manz, C. , *Pioneers: 160 km/h and 307 km range 1870/1906*. Aranjuez, España: Editorial Doce Calles, 2017.

[28] Tomás Catalá, J. , *Everything you need to know about the electric car*. Valencia, España: Universitat de València, Servei de Publicacions, 2020.

[29] Johnson, R. , *The spark of progress: The rise of the electric vehicle*. Londres, RU: Tech Press, 2021.

[30] Smith, L. , *From Edison to Elon: The electric car's journey*. Nueva York, NY, EE.UU.: Green Energy Books, 2023.

[31] Carter, E. , *Silent revolution: The modern electric vehicle*. Boston, MA, EE.UU.: Auto History Press, 2019.

[32] Manz, Christian, *Silent and clean: Electricity versus water and oil 1905/1936*. Aranjuez, España: Editorial Doce Calles, 2017.

[33] Tomás Catalá, Javier, Everything You Need to Know about the Electric Car. Valencia, España: Universitat de València, Servei de Publicacions, 2020.

[34] Brown, A., *The first spark: Origins of the electric car, 1830-1900*. Italia: EcoTech Publishing, 2022.

[35] Taylor, M., *Electric dreams: The past and future of electric mobility*. ¿De dónde es?Green Horizon Press, 2024.

[36] Wilson, T., *Batteries and ambition: The technological evolution of electric cars*. ¿De dónde es? Tech Innovations Press, 2020.

[37] Manz, Christian, When oil ran dry: A solution to the crises 1935/1981. Aranjuez, España: Editorial Doce Calles, 2017.

[38] Davis, P. , *The electrified road: A global history of the electric car*. Chicago, EE.UU.: Urban Mobility Press, 2023.

[39] Harris, S. , *From Jamais Contente to the gigafactory: Milestones in electromobility*. Londres, RU: Electric Future Books, 2021.

[40] Clark, J. , *Electric cities: The history of electric taxis*. Boston, EE.UU.: Cityscape Publishers, 2018.

[41] Lee, R. , *Quiet revolution: The cultural impact of the electric car*. San Francisco, EE.UU.: EcoMotion Press, 2025.

UNIVERSIDAD de Jaén
Servicio de Publicaciones