

El sector eléctrico desde su inicio hasta la segunda guerra mundial

■■■■
 Juan Aurelio Montero-Sousa, José Luis Casteleiro-Roca y José Luis Calvo-Rolle
 Universidade da Coruña (España)

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/7947>

Desde tiempos remotos, conforme evolucionaba su capacidad intelectual y con ello la tecnología disponible, el hombre ha tratado de utilizar diferentes fuentes de energía. La utilización de la electricidad, tras el correspondiente periodo de estudio teórico y la consiguiente experimentación en el laboratorio, se inicia con espectáculos que sirven para la diversión del público [1].

Posteriormente, se trata de buscar un aprovechamiento práctico; se pasa, de esta forma, de la época de los científicos a la época de los ingenieros. Durante las décadas finales del siglo XIX se comienza a utilizar comercialmente la electricidad, lo cual permite sustituir a la máquina de vapor que era difícil de adaptar para usos domésticos y comerciales. En esta etapa inicial la electricidad tiene dos aplicaciones fundamentales [1]:

- Transmisión de información: telégrafo, teléfono y radiodifusión
- Transformación de la energía eléctrica: alumbrado, motor eléctrico, etc.

Durante la "*Primera Revolución Industrial*", movimiento surgido en Inglaterra a finales del siglo XVIII, se utilizaba el vapor y el carbón como fuente de energía. Este proceso provocó el cambio de paradigma de una sociedad agrícola a otra industrial, suscitando importantes transformaciones sociales, económicas y tecnológicas. Se establece una diferenciación con la "*Segunda Revolución Industrial*", proceso en que se sustituyó al vapor y al carbón por la electricidad y el petróleo como fuente de energía en los procesos industriales; estas nuevas fuentes de energía permitieron, con el paso del tiempo, su utilización en la vida cotidiana de los ciudadanos y provocaron cambios sociales de gran importancia. La propia industria de generación y distribución de energía eléctrica adquiriría unas proporciones espectaculares, convir-

tiéndose en algunos países en el sector de actividad industrial más destacado [2].

La electricidad aportaba flexibilidad, transmisibilidad y divisibilidad frente a la energía que originaba la máquina de vapor. Flexibilidad, porque se puede transformar en luz, calor o fuerza motriz. Transmisibilidad, porque se puede transportar a través de cables a cualquier lugar. Divisibilidad, porque se puede adaptar fácilmente a las necesidades del usuario. Por el contrario, la máquina de vapor era difícilmente adaptable porque el movimiento se trasladaba mediante transmisiones rígidas y poleas [3].

En distintos países europeos se han realizado extensas Historias de la electricidad como en el caso de Francia [4] e Italia [5]. Cabe destacar también los estudios sobre los aspectos tecnológicos que han influido en la configuración del sector eléctrico realizados por Hughes [6] y Gianetti [5, 7]. En España sobresalen especialmente los siguientes trabajos [2, 8-20]. Asimismo, se han realizado múltiples trabajos sobre la electrificación por sectores y por áreas geográficas. Sin embargo, falta un estudio en el cual se pueda aunar, de una forma clara y sencilla, las diferentes etapas históricas de la evolución del sector.

En esta investigación, el objetivo principal es realizar un recorrido histórico por el desarrollo del sector eléctrico hasta la Segunda Guerra Mundial. En este sentido se ha tratado de compendiar en un único trabajo su evolución, no sólo desde una perspectiva técnica sino también organizativa del sector. Es cierto que existen otros trabajos que se centran en el sector eléctrico, pero abordan estos aspectos de una forma individual, sin integrarlos en un mismo artículo. De esta forma, se trataría de proporcionar a los lectores interesados un punto de partida para conocer el sector, aportando bibliografía, puntos de interés, aclarar determinados aspectos que no se entenderían de forma aislada, etc. En ese recorrido, que se realiza de forma cronológica, se describen los diferentes avances que han ido surgiendo en este sector industrial. A lo largo del artículo se realizará un análisis de las etapas correspondientes al nacimiento y consolidación del sector

en el mundo occidental, efectuando una comparación con el progreso del sector en España. Se abordará, principalmente, el apartado de la generación y distribución de electricidad. Además, para el análisis histórico del sector eléctrico se utilizará el método analítico-sintético, evaluando los hechos históricos desde diversas perspectivas (tecnológicas, económicas...).

Para desarrollar este estudio, tras la presente introducción, se exponen los usos iniciales de la electricidad, explicando los primeros modelos de generación eléctrica y los modelos iniciales de mercado. Posteriormente, se describirá la etapa de consolidación, haciendo referencia a la implantación de un patrón basado en la generación hidroeléctrica y en la integración de mercados. Seguidamente, se tratará el tema de la necesidad de grandes inversiones y el auge de oligopolios. Para finalizar, se presentan las conclusiones y se hace alusión a futuros trabajos.

1. PRIMEROS PASOS DEL SECTOR ELÉCTRICO (1880-1914)

Hasta la Segunda Guerra Mundial, en el desarrollo del sector eléctrico, se pueden distinguir los siguientes hitos [5, 21]:

- Usos inaugurales de la electricidad (1880-1914).
- Consolidación de la generación hidráulica, integración de mercados, necesidad de inversión y creación de oligopolios (1914-1945).

Tras el inicio del uso comercial de la electricidad, las aplicaciones prácticas de la misma no pararon de crecer y extenderse. Sin embargo, podían distinguirse básicamente los siguientes usos: alumbrado, fuerza motriz (aplicando el motor eléctrico tanto en la industria como en la tracción en los medios de transporte) y la química (en hornos eléctricos y en la electrolisis) [3, 15]. Evidentemente todas estas aplicaciones no surgieron al mismo tiempo.

En los países occidentales, en el nacimiento del sector eléctrico, se observan una serie de rasgos globales comunes, ligados a la difusión de la tecnología. Fueron Alemania, los Estados Unidos e Inglaterra los países que maduraron la tecnología para la electrificación y su comercialización. A continuación, extendieron su uso a otros países mediante la

financiación de proyectos en los mismos, haciendo de la electrificación un proceso global en el mundo occidental [4]. A pesar de esos rasgos globales comunes, se aprecian divergencias cuantitativas y cualitativas en los ritmos de desarrollo del proceso en los diferentes países. Esas diferencias vienen marcadas por la tecnología utilizada y por los recursos naturales disponibles, que pueden utilizarse como fuente primaria para obtener electricidad; estas cuestiones, afectan a la rentabilidad de los sistemas [22]. Cronológicamente, España siguió la evolución general de los países occidentales, aunque la intensidad de su desarrollo no fuera comparable [23].

1.1. PRIMEROS MODELOS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

En estos comienzos, en relación con la tecnología utilizada, se produce lo que se denominó "guerra de sistemas" o "guerra de corrientes". **Tesla**, aliado de *Westinghouse*, y **Edison**, representante de *General Electric*, se enzarzaron en disputas en defensa del empleo de la corriente alterna y continua. Edison había construido la primera central eléctrica comercial en Pearl Street, Nueva York, en 1882, decantándose por la utilización de corriente continua (Figura 1). En 1893, los responsables de la Feria Mundial de Chicago encargaron a la Westinghouse la iluminación de dicho evento; el coste de la iluminación era muy inferior al manejado en su proyecto por General Electric (de Edison). La corriente continua, que pretendía utilizar Edison presentaba una serie de inconvenientes, tales como la relación proporcional entre el aumento de la intensidad y el grosor de los conductores, la gran cantidad de energía que disipaba en forma de calor, así como los problemas para realizar transporte a larga distancia. El problema del transporte a largas distancias de la energía eléctrica se presentó en un principio tanto para la corriente continua como para la alterna; posteriormente se descubrió que cuanto mayor era la tensión, menor impacto tendrían las pérdidas. La aparición del transformador permitió a la corriente alterna cobrar ventaja sobre la continua, ya que en este tipo de corriente no existía la tecnología para realizar los cambios de tensión. Paradójicamente, en la actualidad, debido al desarrollo de la electrónica y de los convertidores, las redes de transporte de larga distancia están utilizando corriente continua.

Más tarde, Westinghouse recibió el encargo de la construcción de la planta hidroeléctrica de las cataratas Niágara (Figura 2), cuyo modelo (modelo Niágara,

de caudal) se tomó como referencia para la producción de energía hidroeléctrica y, de esta forma, la utilización de la corriente alterna se implantó como tecnología preponderante [24]. La central que se construyó en el río Niágara, y que empezó a funcionar en 1896, fue un compendio de los avances que en el campo de la electricidad se produjeron en América y Europa, y sirvió de modelo para posteriores procesos electrificadores [6].

La electricidad es una fuente de energía secundaria. Hay que tener en cuenta que hasta la construcción de la primera central nuclear, la electricidad se obtenía fundamentalmente utilizando carbón o agua. En esta etapa inicial, en los países pioneros que disponían de la tecnología necesaria, se puede distinguir, dependiendo de la abundancia de cursos fluviales aprovechables o grandes explotaciones carboníferas, entre dos modelos diferenciados de electrificación: el térmico y el hidráulico [6-8].

El modelo hidráulico se implantó en los países nórdicos (Suecia, Noruega y Finlandia), Italia y Suiza. Estos países emplearon la fuerza del agua de los ríos como fuente para producir electricidad. La orografía de estas naciones, con ríos caudalosos, cauces con gran desnivel y caudal regular, permitió la obtención hidráulica de electricidad para usos industriales intensivos

(electro-siderurgia y electro-química). Se ha calificado su electrificación como de desarrollo precoz, consumos intensivos y con redes eléctricas poco integradas.

La poca disponibilidad de carbón hizo que los gobiernos de estos países trataran de evitar su dependencia de carbón importado del exterior, y se volcasen en la producción hidroeléctrica. Por ello, el cambio de modelo energético en estos países no está exento de connotaciones nacionalistas, basados en la búsqueda de la independencia energética [5].

En la mayoría de estos países los rendimientos de los sistemas eran elevados y constituían islotes autosuficientes, con grandes infraestructuras de generación [7]. Su explotación se circunscribía únicamente a esa zona geográfica, sin constituir redes que permitieran la comercialización de la electricidad en otras zonas [5].

La aplicación de la electricidad y su utilización en algunos procedimientos químicos, posibilitó el desarrollo de estos sectores industriales claves para lo que se ha dado en llamar "*Segunda Revolución Industrial*" [25].

El modelo térmico se empleó en Alemania, los Estados Unidos e Inglaterra, naciones que disponían de importantes recursos carboníferos que se utilizaron como fuente para obtener electricidad, quemando dicho carbón en centrales tér-

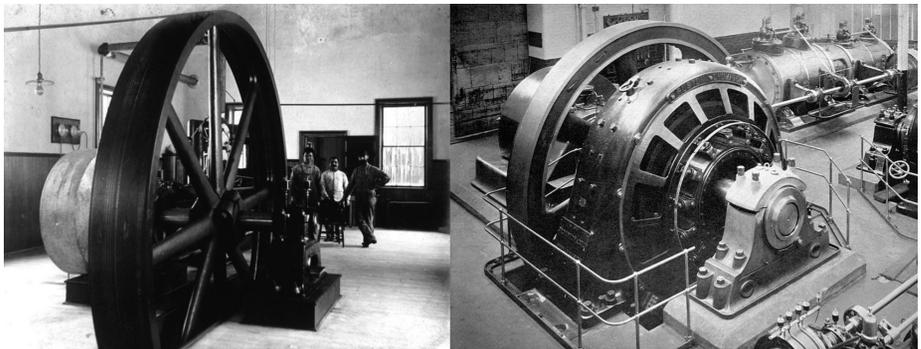


Figura 1: Ejemplos de las primeras dinamos con carácter industrial



Figura 2: Primera central hidroeléctrica de Niágara – Modelo de las sucesivas

micas para generar electricidad. Se describe este modelo como de electrificación más lenta, menos intensivas en consumos y con mayor tendencia a la integración. La disponibilidad de carbón hizo que se posergase la electrificación, por ello se dice que son sistemas eléctricos de despertar tardío. La gran disponibilidad de combustibles sólidos a precio reducido en Alemania e Inglaterra, unida a una reducida riqueza hidrográfica, hizo que la producción eléctrica fuera básicamente de carácter termoeléctrico [5, 7].

Mientras que los sistemas térmicos se construyeron en torno a grandes núcleos de generación y crecían abruptamente, los sistemas hidro-dependientes aprovecharon recursos acuíferos dispersos y de diverso tamaño y crecían de forma progresiva [26]. Antes de 1945, la inversión en construcción de redes de transporte se presentaba como alternativa a la construcción de grandes centrales de generación hidráulica. Esto habría llevado a optar por una u otra infraestructura, es decir, se debía elegir entre montar redes o construir presas. Donde se optó por subvencionar la construcción de presas, como en Italia y en algunas etapas en España, se dejó de lado la construcción de redes. En países término-dependientes, por el contrario, se habría agilizado la construcción de esas redes [5].

En Alemania, antes de la Primera Guerra Mundial, la producción hidroeléctrica se concentraba en la Baviera subalpina y en la Selva Negra [27]. En Inglaterra se situaba en la zona de los Highlands escoceses. En ambos casos eran regiones apartadas de los grandes centros industriales [28].

A pesar de encasillar a España dentro del modelo de desarrollo hidráulico, existen notables diferencias con el patrón anteriormente mencionado (precocidad, uso intensivo e industrial). El caso español se caracteriza por su lento desarrollo y su escaso uso intensivo, utilizándose básicamente la electricidad generada para iluminación. La utilización de la electricidad para estos fines se vio favorecida por la poca extensión de la red de iluminación por gas, y el retraso del proceso urbanizador en España [13]. La falta de carbones baratos y aprovechamientos hidráulicos adecuados para su explotación obstaculizaron, en buena medida, la implantación de industrias que utilizaban procesos electrolíticos y electro-térmicos. La carencia de una industria que necesitase de un consumo eléctrico intensivo puede justificar el comienzo tardío de la electrificación, y el bajo rendimiento del sistema suministrador [29].

1.2. PRIMEROS MODELOS DE MERCADO ELÉCTRICO

La inversión en infraestructuras eléctricas municipales atrajo gran cantidad de capital desde finales del siglo XIX. Compañías norteamericanas, británicas, suizas y, sobre todo, alemanas, fabricaban los equipos eléctricos, pero también se introdujeron en el mercado de la generación [3]. Algunas empresas europeas observando que sus mercados nacionales eran demasiados pequeños, extendieron sus negocios fuera de sus fronteras. Se constituyeron de esta forma numerosas empresas pequeñas, que generalmente eran de propiedad privada o municipal.

Inicialmente, la principal aplicación de la energía eléctrica fue la iluminación pública utilizando lámparas de incandescencia; sustituyendo, de esta forma, a la iluminación con gas. Una excepción es el caso de los mencionados países nórdicos, Suiza y norte de Italia en las que la aplicación más extendida fue la industria con consumos intensivos (electro-siderurgia y electro-química).

Los usos también se extendieron al sector del transporte en las ciudades. En 1879 se presentó en Berlín el primer tranvía eléctrico y 1890 en Londres la primera línea de metro. Se sustituía de esta forma la tracción animal en el transporte. La expansión de la utilización del motor eléctrico permitiría su utilización en la industria (talleres y fábricas) sustituyendo a la máquina de vapor. Una cuestión a tener en cuenta es que la propia industria eléctrica se convirtió en la mayoría de los países occidentales en un sector industrial fundamental, y sobresaliente, en cuanto a la cuantía de las inversiones que recibía.

En esta etapa el rendimiento de la generación térmica era mucho menor que la hidráulica. La térmica utilizaba básicamente la máquina de vapor; la fuerza del vapor empujaba un pistón cuyo movimiento se transmitía a un generador, comúnmente una dinamo; su rendimiento no aumentaría hasta el descubrimiento del ciclo de Rankine. En la hidráulica la fuerza del agua movía una turbina que transmitía su movimiento directamente a un generador. Las instalaciones, de reducido tamaño, se localizaban próximas al lugar donde se pretendía realizar la distribución. Las redes de distribución tenían, por tanto, un carácter local y, generalmente, circunscritas al ámbito urbano. Los primeros sistemas de distribución de electricidad utilizaban corriente continua suministrada por una o dos dinamos según se utilizaran dos o tres conductores. Algunas compañías utilizaban corriente alter-

na, que permitía suministrar electricidad a un área situada a mayor distancia del lugar de generación. Cabe destacar que en este período, no existía un sistema estandarizado y cada compañía utilizaba las variantes tecnológicas (tipos de corriente, voltajes y frecuencias) que estimaba más oportunas.

En cuanto a la financiación de las inversiones en el sector, a partir de 1880, los países de la periferia europea y de población reciente del mundo occidental, recibieron las inversiones de los países pioneros de la industria eléctrica. Los fabricantes de material electrotécnico, con apoyo de la banca de inversión internacional, se posicionaron en otros países, vendiendo o fabricando los productos que habían patentado, y entrando en la industria de generación eléctrica directamente o a través de filiales. Se creaba, de esta forma, una industria dependiente de la casa matriz [30]. A finales de la década de los 90 del siglo XIX, los países de la periferia europea, como Portugal, España o Rusia, con escasa o nula capacidad tecnológica en el campo de la electrotécnica, recibieron inversiones extranjeras, sobre todo alemanas [31].

En cualquier caso, en nuestro país, la inversión extranjera nunca llegó a superar el tercio de la inversión total en el sector y progresivamente fue cediendo paso a la inversión local. A diferencia de lo que había sucedido en el sector ferroviario y en la minería, en la electrificación española, el capital patrio fue preponderante [11].

En España, la utilización de la electricidad estuvo asociada al desarrollo del alumbrado público, aunque posteriormente, y de forma gradual, se extendió su uso para iluminación privada. En 1905 se contabilizaban 792 "fábricas de electricidad", pequeñas centrales térmicas ubicadas, por lo general, en el interior del casco urbano, que funcionaban utilizando como fuente de energía primaria el carbón o gas de alumbrado [14]. Se establecían, sobre todo en las pequeñas poblaciones con mercados de pequeñas dimensiones, monopolios de distribución en sus zonas de influencia. En las grandes ciudades, estas centrales se construyeron con la participación de filiales de empresas extranjeras, alemanas sobre todo (AEG, Siemens...), que aportaban la financiación y los equipos técnicos. Las grandes ciudades resultaban atractivas al inversor porque podían suponer una importante fuente de negocio e ingresos [10].

En definitiva, esta etapa de inicios y poca madurez del sector se caracteriza por la descentralización y fragmentación

de la producción. Solo en aquellas regiones, como el País Vasco o Galicia, con tradición de empleo de energía hidráulica para labores industriales (batanes, molinos...), se desarrolló en esta etapa la hidroelectricidad [9].

2. CRECIMIENTO DEL SECTOR. CONSOLIDACIÓN DE LA GENERACIÓN HIDRÁULICA E INTEGRACIÓN DE MERCADOS (1914-1945)

Una segunda etapa, de claro predominio hidroeléctrico, se generalizó a partir de la Primera Guerra Mundial. Asimismo, el sector comenzó a sobrepasar la esfera urbana y a crear redes de carácter regional; se tendieron redes de transporte eléctrico de larga distancia y se ampliaron las redes de distribución. El carbón y el gas alcanzaron, durante la guerra, precios demasiado elevados, lo que hizo rentable su sustitución por la hidroelectricidad; el tipo de generación que permitía ofrecer precios más competitivos a los consumidores [32]. Surgen en este sentido discrepancia en el alcance de la electrificación española. Se considera, por algunos autores, que España, antes de la Guerra Civil, había alcanzado el nivel de electrificación de los países más desarrollados de su entorno, gracias a la generación masiva de energía eléctrica de origen hidráulico [17]. Otros autores, consideran que la electrificación fue lenta si se establecen comparaciones con los Estados Unidos [12].

2.1. MODELO DE GENERACIÓN HIDRÁULICA

Desde aproximadamente 1905, el impulso electrificador cobra fuerza, debido a la utilización de la corriente alterna y del transformador. Estos dos avances técnicos permitieron llevar electricidad a las ciudades desde las lejanas centrales hidroeléctricas. Permitieron, en definitiva, realizar el transporte de esta energía a gran escala. Esta disponibilidad de electricidad favoreció su utilización en la industria manufacturera, la sustitución de la máquina de vapor y, por tanto, la sustitución del carbón como fuente de energía. De esta forma, se pudo proporcionar gran cantidad de energía, a un precio más barato, para su uso por los habitantes y las fábricas de los grandes núcleos urbanos. Las centrales generadoras ya no tenían que estar en la propia ciudad [9].

El paso de la electricidad de origen térmico a la electricidad de origen hidráulico se produjo entre 1910 y 1920, y este modelo se prolongaría hasta la década de

los sesenta del siglo XX, década en que se pudieron utilizar otros tipos de energía primarias para la generación (nuclear y nuevas formas de generación de origen térmico) [16].

A principios del siglo XX, las explotaciones hidráulicas se caracterizaban por utilizar presas de poca altura, debido a que aún no se habían desarrollado los materiales, ni el cálculo de estructuras adecuados para realizar construcciones mayores. Esto hacía necesaria la construcción de largos canales y tuberías con elevados desniveles, para que el agua dispusiera de la energía necesaria para mover las turbinas [33].

En el primer tercio del siglo XX, aparecieron nuevos materiales y se desarrollaron nuevos diseños de ingeniería que permitieron hacer presas de mayor altura y con mayor capacidad de almacenamiento, lo que permitió situar las turbinas y las centrales eléctricas al pie de la propia presa, sin que fuese necesario utilizar la anterior técnica de canales de derivación. La posibilidad de construir presas con capacidad para almacenar grandes masas de agua, hizo factible que el propio empuje provocado por la presión del agua almacenada al salir por un orificio, impulsara las turbinas.

Entre 1907 y 1913, en España las grandes ciudades comenzaron a recibir el suministro eléctrico de las centrales hidráulicas situadas a centenares de kilómetros. Se empezaron a construir grandes centrales hidroeléctricas y se tendieron redes de transporte más extensas de carácter interregional. De esta forma, se ponía en contacto una amplia oferta, proporcionada por las nuevas centrales, y la demanda, situada en los grandes núcleos urbanos. Esta nueva oferta proporcionaba energía a un coste menor [33].

2.2. NECESIDAD DE INVERSIÓN Y CREACIÓN DE OLIGOPOLIOS

La producción eléctrica pasó a necesitar grandes inversiones para la construcción de presas y redes de transporte y fue necesario acudir a la solicitud de grandes préstamos o, simplemente, los grandes bancos entraron directamente en la constitución de sociedades para la explotación comercial de la electricidad [33]. Se constituyeron grandes oligopolios que absorbieron o hicieron desaparecer a las pequeñas compañías en aquellas zonas que tenían un mayor interés comercial.

A partir de la segunda mitad de la década de los veinte del siglo XX, se produce una nueva oleada de inversión extranjera en los países periféricos, debido a la necesidad de disponer de enormes recursos

financieros para la construcción de presas hidráulicas y redes de transporte. Tras la derrota de Alemania en la Primera Guerra Mundial, los Estados Unidos lideraron esta financiación a través de una red de estructuras corporativas internacionales [30].

En la electrificación española, jugó un papel destacado la financiación de la banca industrial vasca, especialmente el Banco de Vizcaya. A principios del siglo XX, la banca industrial vasca reinvertió los beneficios obtenidos del desarrollo industrial previo, y de la repatriación de patrimonios americanos. El Banco de Vizcaya estuvo presente, directa o indirectamente, en la financiación del conjunto de las Hidroeléctricas (Ibérica, Española y Viesgo). Este conglomerado extendía sus mercados por el interior de la península, la zona Cantábrica y de Levante, salvo Cataluña. El Banco de Bilbao se embarcó en el proyecto de los Saltos del Duero, también conocido como "Sistema Duero", uno de los grandes hitos la electrificación española construido en la frontera hispano-portuguesa, con capacidad para producir un tercio del total de la electricidad que circulaba por las redes españolas en 1933; proyecto que se prolongó durante varias décadas, desde la constitución de la empresa en 1918, debido a dificultades diplomáticas, financieras y empresariales [34].

Tampoco se puede olvidar la contribución de otros bancos como el Urquijo, el Central o el Hispano-Colonial. El Banco Urquijo participó en la Unión Eléctrica Madrileña y en Hidroeléctrica del Cantábrico. Durante la década de los veinte consejeros del Banco Español de Crédito y del Banco Central se incorporaron a los Consejos de Administración de las principales hidroeléctricas. También se realizaron inversiones en el extranjero, como por ejemplo el Banco Hispano Colonial, el Banco de Vizcaya, y el Banco Urquijo en la CHADE (Compañía Hispano Americana De Electricidad) [34, 35]. La expansión de la hidroelectricidad es protagonizada por empresas de nuevo cuño, pero seguían perviviendo, sobre todo en Castilla, Extremadura y Andalucía, centrales aisladas que realizaban un papel relevante en el suministro de mercados que estaban al margen de los intereses de las grandes compañías [36].

En 1925 los consumos urbanos seguían suponiendo el 30% de la demanda total, lo que es muestra de la pervivencia de empleos tradicionales, pero no se puede olvidar que desde 1916 la utilización industrial había comenzado a encabezar los consumos eléctricos, suponiendo en 1925 el 50% de la totalidad [9].

3. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

La evolución del sector eléctrico está condicionada por los avances tecnológicos, pero, también, por consideraciones políticas y por las corrientes económicas. Una de las primeras decisiones técnicas que se tomaron, y, posteriormente, se aceptaron a nivel mundial, fue la utilización de la corriente alterna, no sin asistir a una confrontación con los defensores de la corriente continua.

Asimismo, se asiste a la elección entre generación hidráulica y térmica. Conforme se desarrolla la tecnología necesaria, se construyen grandes embalses y redes de transporte, que necesitarán de grandes inversiones, lo que conllevará en muchos casos, la desaparición de las pequeñas "fábricas de electricidad" que habían sido pioneras en la electrificación. Se producirán transformaciones en el sector que afectarán a las siguientes etapas que se pueden observar en el desarrollo del mismo. En un trabajo posterior se hará un estudio similar al actual de la evolución del sector eléctrico a partir de la Segunda Guerra Mundial.

Se han intentado compendiar en este artículo diferentes ámbitos del sector eléctrico (tecnológico, económico...). Dentro de la dificultad de resumir todas estas facetas en un texto breve, se han expuesto las cuestiones más importantes en referencia al tema central de la investigación. Determinados aspectos que no se desarrollan en profundidad en el presente trabajo son motivo de estudios posteriores. Asimismo, una temática poco destacada hasta el momento, y que sería necesario profundizar, sería la referida a la industria que se ha dedicado a la fabricación de material eléctrico, especialmente en lo que se refiere a España.

PARA SABER MÁS

- [1] Aracil J. Fundamentos, método e historia de la ingeniería. 1ª edición. Madrid. Síntesis, 2010, 434 p. ISBN: 9788497567138
- [2] Maluquer de Motes J. (1992). "Los pioneros de la segunda revolución industrial en España: La Sociedad Española de Electricidad (1881-1894)". Revista de Historia Industrial. 1992. Vol. 2, P. 121-141
- [3] Sudriá C, Feliu G. Introducción a la historia económica mundial. 1ª Edición. Valencia. Universitat de Valencia. 2007, 545 p. ISBN 9788437067070
- [4] Morsel F, Caron F, Cardot F et al. Histoire de l'électricité en France 1ª Edición, París. Fayard. Tomo 1, 1991, ISBN 2213017803, Tomo 2, 1995 ISBN 2213027803, Tomo 3, 1996 ISBN 2213029121
- [5] Giannetti R, Segreto L, Vasta M et al, Storia dell'industria elettrica in Italia. Roma. Laterza. Vol. 1, 1992 Le origini (1882.1914) ISBN 8842039160, Vol. 2, 1993 Il potenziamento tecnico e finanziario (1914-1925) ISBN 8842041319. Vol 3, 1993, Espansione e oligopolio (1926-1945) ISBN 8842043427. Vol 4, 1994, Dal dopoguerra alla nazionalizzazione (1945-1962) ISBN 8842045314, Vol. 5, 1994, Gli sviluppi del ENEL ISBN 88420391
- [6] Hughes TP. Networks of Power: Electrification in Western society, 1880-1930. 1ª Edición. Baltimore and London. The Johns Hopkins University Press Baltimore, 1983. 474 p. ISBN 0-8018-2873-2
- [7] Giannetti R. La conquista della forza: risorse, tecnologia ed economia nella industria elettrica italiana (1883-1940). 1ª edición. Milán. Franco Angeli, 1985, 272 p. ISBN 9788820439378.
- [8] Bartolomé I (2005). "La red nacional y la integración de los mercados eléctricos españoles durante los años de entreguerras. ¿Otra oportunidad perdida?". Revista de Historia Económica - Journal of Iberian and Latin American Economic History. 2005. Vol. 23, 2, P 270-298
- [9] Bartolomé I. La industria eléctrica en España (1890-1936). Estudios de Historia Económica N° 50. 2007. Madrid. Banco de España, 2007, 165 p. ISBN 0213-2702
- [10] Bartolomé I, Lanciotti NS. "Análisis comparado de los sistemas eléctricos en España y Argentina, 1890-1950. Estrategias globales y experiencias divergentes de la electrificación en dos países de industrialización tardía" Documento de Trabajo de la Fundación Cajas de Ahorro (FUNCAS) 2011. 660, P. 1-53
- [11] Bartolomé I. "Cuando la electrificación venía del extranjero: la transferencia de tecnología y capital intra-periférica en la electrificación ibérica (1890-1940)" II Simpósio Internacional Eletrificação e modernização social, São Paulo, 27, 28 y 29 de mayo 2013
- [12] Antolín F. "Electricidad y crecimiento económico en España". Revista de Historia Económica - Journal of Iberian and Latin American Economic History. 1988. Vol. 6, 3, P 635-655
- [13] Antolín F. "Las empresas de servicios públicos municipales", en Historia de la empresa pública en España, 1ª edición. Madrid. Espasa-Calpe. 1991. 418 p. ISBN 84-239-6231-8
- [14] Nuñez Romero-Balmas, G. (1995): "Empresas de producción y distribución de electricidad en España (1878-1953)". Revista de Historia Industrial. 1995, Vol. 7, P 199-227
- [15] Aubanell AM. "La competencia en la distribución de electricidad en Madrid, 1890-1913" Revista de Historia Industrial. 1992, Vol. 2, P.143-171
- [16] Sudriá C. "Un factor determinante: la energía", en La economía española en el siglo XX. Una perspectiva histórica, 5ª edición, Barcelona. Ariel. 1994, 379 p. ISBN 84-344-6559-0
- [17] Sudriá C. "La electricidad en España antes de la guerra civil: Una réplica". Revista de Historia Económica - Journal of Iberian and Latin American Economic History. 1990, Vol. 8, 3, P. 651-660. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S021261090000241X>
- [18] Sudriá, C. "La industria eléctrica y el desarrollo económico en España", en, Electricidad y desarrollo económico: perspectiva histórica de un siglo, Hidroeléctrica del Cantábrico S.A. 75 Aniversario. 1ª edición. Oviedo. Hidroeléctrica del Cantábrico. 1990. 320 p. ISBN n.d.
- [19] Sudriá, C. "La restricción energética al desarrollo económico de España". Papeles de Economía Española. 1997. N° 73, P. 165- 188
- [20] Palacin P. El Sector Eléctrico Español de 1880 a 2005, su liberalización. Comparativa internacional. 1ª edición. Barcelona. PPU. Promociones y Publicaciones Universitarias, S.A., 2007, 712 p. ISBN 978-84-477-0998-4
- [21] Barquin J. Energía: Técnica, Economía y Sociedad. 1ª edición. Madrid. Universidad Pontificia de Comillas 2004, 289 p. ISBN 84-8468-134-3
- [22] Wrigley EA. (1990). Continuity, chance and change: The character of the industrial revolution in England. 1ª edición. Cambridge. Cambridge University Press. 1990. 156 p. ISBN 9780521396578
- [23] Cayón F (2001), "Electricidad e historia: la perspectiva de un siglo", en TST: transportes, servicios y telecomunicaciones. 2001. TST 1. P 113-133
- [24] Alayo JC, Sánchez J. "La introducción de la técnica eléctrica" en Técnica e ingeniería en España: El Ochocientos: de los lenguajes al patrimonio Zaragoza. Prensa Univ/Real Academia Ingeniería/IFC. 2011. 832 p. ISBN 9788499111513
- [25] Devine W D. "Early developments in Electro-processing: New products, new industries", en Electricity in the American Economy: Agent of Technological Progress, Nueva York. Praeger 1990. 464 p. ISBN 978-0313275128
- [26] Turvey R. "Rates of Return, Pricing and Public Interest". Economic Journal 1971. Vol. 81, P. 489-501
- [27] Ott, H. "History of Electricity in Germany" en "1880-1980. Une siècle de l'électricité dans le monde" 1ª edición. París. Presses Universitaires de France. 452 p. ISBN 978-2-905821-03-4
- [28] Mortara G. Lo sviluppo dell'energia elettrica nel mondo" en Nel cinquantenario della società Edison 1884-1934. Vol III. 1ª edición. Milán. Istituto Grafico Raffaello Bertieri. 1934. 487 p. ISBN n.d.
- [29] Nadal J. "La consolidació pel baix dels adobs. 1914-1939" en Historia económica de la Catalunya Contemporània, Barcelona. Enciclopèdia Catalana. 1993. ISBN 84-7739-050-9
- [30] Hausman, W J, Hertner P y Wilkins M. Global electrification. Multinational Enterprise and International Finance in the History of Light and Power, 1878-2007, 2ª edición. Cambridge. Cambridge University Press .2011. 512 p. ISBN 9780521299008
- [31] Nelles HV. "Financing the Development of Foreign-Owned Electrical Systems in the Americas, 1890-1929: First Steps in Comparing European and North American Techniques". Business and Economic History. 2003. Vol. 1. P. 1-29 http://www.thebhc.org/sites/default/files/Nelles_0.pdf
- [32] Carreras A. "El aprovechamiento de la energía hidráulica en Cataluña, 1840-1920. Un ensayo de interpretación" Revista de Historia Económica - Journal of Iberian and Latin American Economic History. 1983. Vol. 1, 2, P 31 - 63. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S0212610900012660>
- [33] Chapa A. Cien años de historia de Iberdrola. Los hechos. Vol. 1, Madrid. Iberdrola, 2002, 301 p. ISBN 8493143448
- [34] Díaz P. (1998). "El proceso de creación de Saltos del Duero (1917-1935)". Revista de Historia Industrial, 1998 N° 13, P. 181-198
- [35] Valdaliso JM. "Los orígenes de Hidroeléctrica Ibérica, Hidroeléctrica Española y Saltos del Duero" en Un siglo de luz. Historia empresarial de Iberdrola. 1ª edición. Madrid. El Viso. 2006. 760 p. ISBN 8493310786
- [36] Garrués J. "Electricidad e industria en la España rural: el Irati, 1904-1961". Revista de Historia Económica-Journal of Iberian and Latin American Economic History. 2006. Vol. 24, 1, P. 97-138. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S0212610900000483>