

# Saberes técnicos y empresariales en la industria eléctrica, 1870-1910

Moisés Gámez\*

EL COLEGIO DE SAN LUIS

Se estudian sujetos históricos de un papel significativo en la electrificación a finales del siglo XIX y principios del XX, periodo relevante por el uso de la electricidad para iluminación pública y para actividades productivas. Se plantea que pusieron en marcha métodos de gestión y organización empresarial, proceso en el cual se genera acumulación y circulación de conocimientos técnicos y empresariales; los saberes se transforman dando paso a procesos innovadores y emprendedores en la industria eléctrica.

(Industria eléctrica, conocimientos técnicos, conocimientos empresariales, saberes)

El sector eléctrico en el periodo se caracteriza por ser una industria de reciente creación con tecnología nueva (Aubanell 2002); desde su inicio se perfila como un recurso energético estratégico para el desarrollo económico. Con esta industria nace la llamada “ciencia eléctrica”, que a la concepción clásica de la electricidad y a la evidencia de numerosos fenómenos eléctricos nuevos, se suma el auge de múltiples aplicaciones (iluminación pública, transporte, energía, nacimiento de redes de distribución, desarrollo de redes telegráficas y emergencia del teléfono), acompañado por el estímulo público alimentado por las exposiciones universales (Birk y Grelon 2006).

En este contexto de ciencia eléctrica, algunos trabajos tratan sobre la educación técnica en el ámbito de la electricidad, especialmente los

\* [mgamez@colsan.edu.mx](mailto:mgamez@colsan.edu.mx)

relacionados con la ingeniería eléctrica en México (Gortari 1980, Vázquez 1982, Bazant 1984, Gortari 1987, Díaz 2005 y 2011, Martínez y Ramos 2006, Díaz y Saldaña 2007). La historiografía de la ciencia y la tecnología ha ofrecido estudios sobre la formación en escuelas técnicas y profesionales –ingenierías– en general (Ramos y Rodríguez 2007, Lazarín 2007) que al mismo tiempo refiere a los estudios sobre la educación en México (Vázquez 1975 y 1992, Solana 1981, Bazant 2000, Garcíadiego 2000).

Aquí interesa estudiar la conceptualización de los sujetos involucrados en la nueva industria eléctrica, desde el punto de vista de los saberes técnicos y empresariales, su reproducción y circulación. Los saberes se consideran como los certificados, fiables, sólidos y legitimados por mecanismos institucionales, que incluyen una evaluación por homólogos profesionales, así como la memoria y las creencias colectivas. Pero también existen conocimientos que son locales y situados, y que posibilitan la acción aunque que no tienen la evaluación de los saberes certificados. La noción remite a las pruebas institucionales del saber hacer como un conocimiento fiable, general y relativamente contextualizado; esta oposición no remite necesariamente a la de científico y no científico (David y Foray 2002).

Por otro lado, según Nonaka y Takeuchi (1995) hay dos tipos de conocimiento: el explícito o el que puede ser estructurado, almacenado y distribuido, y el tácito o el conocimiento que forma parte de las experiencias de aprendizaje personales de cada individuo y que es difícil de estructurar, almacenar y distribuir o transferir. En ese fenómeno, se genera una combinación, es decir, un proceso de creación de conocimiento explícito, que puede ser categorizado, confrontado, clasificado para producir conocimiento explícito. En este sentido, la socialización es un proceso de adquisición de conocimiento tácito a través de compartir experiencias por medio de documentos, manuales y tradiciones, que añade el conocimiento nuevo. Según David y Foray (2002), el conocimiento se puede codificar, es decir, explicitar y articular de forma que pueda manifestarse según cierto lenguaje e inscribir esta manifestación sobre un soporte físico. Codificar es situar la memoria fuera de uno mismo. Así, los saberes tácitos son codificados. La codificación desempeña una función

central en la economía del conocimiento al favorecer medios de memorización, comunicación y aprendizaje, y constituye asimismo, un principio eficaz para la creación de nuevos objetos de conocimiento. La economía del conocimiento surge cuando un conjunto de personas producen e intercambian conocimientos nuevos. La comunidad crea un espacio “público” de intercambio, de circulación de saberes.

Se ha dicho que el medio o esfera académica no tiene el monopolio de la creación de saberes, pues existen saberes que se construyen en la práctica y que se trasmiten al interior de un medio profesional (Delbos y Jorion 1994). En ese caso, la relación generada entre el medio académico y la práctica que supone la noción de transferencia se encuentra inversa, por lo que habla entonces de circulación de saberes (Derouet 2002). Entonces se pasa de un mundo a otro, se transforma: no es el mismo saber “de salida” y “de entrada”. Existen otras conceptualizaciones para expresar ese fenómeno, por ejemplo, el de traducción (Latour 1984; Callon 1986); Callon explica que cuando diferentes públicos están relacionados en una acción por realizar, la idea de traducción aparece porque cada uno tiene un determinado nivel de conocimiento y una inversión inicial personal original. Traducir, es expresar lo que otros dicen y lo que desean. Las ideas de traducción y de controversia permiten comprender mejor las relaciones establecidas entre individuos de conocimientos diferentes comprendidos en una misma acción, y de problematización (Martinand 2000 y 2001).

La idea de los saberes desarrollado por Chevallard (1985) permite abordar la reflexión sobre los saberes producidos desde una perspectiva dinámica. Para este autor, en cuanto los saberes entran en la esfera pública, circulan, se utilizan por individuos o grupos de personas, son transformados. Diferentes grupos de personas pueden apropiarse de los saberes al mismo tiempo y, por lo tanto, utilizarlos de forma diferente. Dos saberes de diferente naturaleza, los saberes circulantes y los saberes recibidos, se confrontan, se relacionan y se modifican unos con otros (Dugal y Léziart 2004). Los saberes son entonces diversos, múltiples y no se encuentran únicamente en el ámbito académico de producción científica.

Para Dugal y Leziart el concepto de transferencia de saberes ha mostrado límites y poca eficiencia, según ellos el concepto de la circulación es demasiado general, por lo que plantean que una circulación entre saberes puede establecerse a condición –utilizando el término de Martinand–, problematizando y que permitirá la creación de un “forum híbrido”, ya utilizado por Dodier (2003), como un lugar de intercambio libre y abierto, cuyo objetivo es desarrollar una visión del mundo compartida entre diferentes públicos.

Yoguel y Boscherini (2001) hablan de capacidad innovativa, que alude a la capacidad de los agentes para transformar conocimientos genéricos en específicos a partir de stocks de competencias y de su acumulación dinámica, que involucra aprendizajes formales e informales tanto de tipo codificado como tácito. El stock de competencias es entendido como el conjunto de conocimientos, rutinas y habilidades tecnológicas y organizativas –formales e informales– que tienen las empresas.

El grado de complejidad organizacional y técnica está asociado a la creación y difusión de formas y hábitos de comportamiento que van dando forma y contenido a una cultura productiva e institucional que permea la comunidad. Tal cultura –que involucra tanto saberes tecnológicos como capacidades de gestión empresarial y hábitos de comportamiento laboral– constituye un capital social de gran importancia (Katz y Kosacoff 1998).

Por último, David y Foray (2002) señalan que el ritmo de creación, acumulación y de circulación del conocimiento deviene en progreso tecnológico, con comunidades de conocimientos, es decir, redes de individuos cuyo objetivo fundamental es la producción y circulación de saberes nuevos. Latour (2003) abreva de la teoría de redes y actores, que tiene en cuenta a los humanos, los discursos (todos actores, entidades que sufren una acción) asociados en redes de colectivos.

La propuesta, en este sentido, es reconstruir los saberes manifiestos al inicio del proceso de electrificación, donde existe: transferencia de tecnología y conocimientos codificados a través de instrumentales; circulación de conocimientos científicos por medio de la migración de técnicos especializados en materia eléctrica; una inaugural ins-

titucionalización de la formación especializada; procesos de circulación e hibridación de los agentes involucrados en prácticas tecnológicas y organizativas. Se hace un ejercicio interpretativo con base en fuentes notariales, prensa, revistas especializadas y documentos públicos de la época.

## ELECTRIFICACIÓN EN MÉXICO Y EN SAN LUIS POTOSÍ

La ciudad de San Luis Potosí se ha caracterizado por tener un clima semiárido en la parte central, con escasa disponibilidad de agua. Un estudio de la época definía que la parte “septentrional y occidental del territorio contaba con terrenos áridos, haciendo contraste con los fértiles y amenos” del sur y oriente (Cabrera 1889, 2). Esa calidad del clima define, en gran medida, las formas de generación de electricidad desde la década de 1870 hasta 1910, centrada en la termoeléctrica.

La historiografía menciona diversas etapas de la industria eléctrica en México. La general es que la electrificación surgió en la década de 1880 con nutridas compañías propiedad de nacionales y de algunos inmigrantes afincados en el país, que evolucionó a un mercado controlado por pocas empresas extranjeras hacia 1910 (Galarza 1941, 21). Un estudio clásico indica que entre 1891 y 1900 la inversión estadounidense y canadiense se asentó en México; que entre 1900 y 1910 se incrementó la capacidad de generación; y que cinco empresas británicas, canadienses y estadounidenses dominaron la industria eléctrica hasta 1950, proceso en el cual muchos proyectos propiedad de mexicanos fueron adquiridos, integrados y modernizados por la inversión extranjera (Wionczek 1965 y 1967, 34-35). Trabajos recientes se enfocan a analizar las compañías eléctricas extranjeras que operan en México desde 1880 hasta que “fueron nacionalizadas entre las décadas de 1940 y 1960” (Liehr y Torres 2010), y a estudiar el proceso de electrificación en el norte de México (Gámez 2013).

Para el caso de San Luis se han definido períodos de la electrificación desde finales del siglo XIX (Gámez 2007 y 2013; Montalvo 2010) hasta 1960. En este trabajo se precisa que un primer periodo se

dibujó por la coexistencia de agentes con incipientes formas de generación de electricidad y la actuación de agentes nacionales en la prestación del servicio en formas tradicionales; el segundo comprendió una electrificación creciente por empresarios nacionales; un tercero contempló una temprana asociación de los nacionales con extranjeros, así como cambios tecnológicos y difusión de mejoras en el sistema; por último, el de la adquisición de compañías generadoras de energía eléctrica y de servicio de iluminación por parte de empresas estadounidenses con mayor capitalización y capacidad de generación.

El primer momento de la electrificación en San Luis Potosí plantea una situación peculiar, pues no se trató de compañías instaladas con el objetivo de generar electricidad para la iluminación pública. El gobierno del estado contrató en 1877 a Pedro Garza como “director de la maquinaria” generadora de electricidad, así como a Casimiro Bernal como su ayudante (Montalvo 2010, 77). Garza es un académico joven encargado del manejo del generador destinado a mantener encendidas las lámparas del palacio de gobierno y de las oficinas de la administración principal de rentas. La tesorería del ayuntamiento asignó un salario de 30 pesos para Garza y de 10 pesos para Bernal; es de mencionar que no existe un contrato oficial. Nueve años después, el gobierno realizó una nueva instalación de maquinaria de generación. En ese mismo periodo, empresarios comerciales colocaron pequeños generadores en sus comercios o fábricas, lo que representa un hito en la expansión de la iluminación.

El periodo se caracteriza por el manejo de los asuntos eléctricos por parte del Estado, tanto en el ámbito estatal como en el municipal, involucra de manera directa al gobierno en la generación para iluminación. No se puede llamar una empresa paraestatal pues no constituye una organización con racionalidad empresarial; se trata de la contratación de servicio a la maquinaria propiedad del gobierno. Tampoco se trata de un agente independiente que ofreciese el suministro de electricidad. Es de suma importancia la presencia de Garza como un sujeto con conocimientos que pone en circulación, como más adelante se expondrá.

El segundo momento ofrece mayor interés para el análisis sobre el tránsito de estos agentes, por un lado, involucrados en los saberes

técnicos y los conocimientos y las prácticas empresariales. Se trata de un periodo de electrificación creciente por empresarios nacionales, en el cual bajo un “concurso” convocado por el gobierno, se presentan diversos proyectos de electrificación para iluminación pública a la ciudad. No existen razones explícitas sobre la sustitución de funciones o solapamiento del poder estatal y municipal, pero bien se puede plantear la hipótesis de que fue por la utilidad de subcontratar el servicio y demandar nuevas formas de suministro independientes de la administración estatal. Un año después se recibieron otras propuestas, entre las que destacan las de Wright, J. Rite y Manuel Aramburu. Las fuentes indican una formalización del proyecto de Rite,<sup>1</sup> pero no existen evidencias de su funcionamiento.

La que sí tuvo un seguimiento fue la presentada en julio de 1888 por Manuel Aramburu, quien realizó el proyecto para establecer, conservar y explotar el “alumbrado” eléctrico de la ciudad.<sup>2</sup> El 3 de octubre fue emitido el decreto autorizando el contrato;<sup>3</sup> pero al año siguiente el proyecto estaba fracasado.

El tercer momento contempla una temprana asociación de empresarios nacionales con extranjeros, así como cambios tecnológicos y la difusión de mejoras en el sistema devenidos de la experiencia. El 30 de marzo de 1889 el Ejecutivo del estado celebró un contrato con Plutarco Ornelas para el establecimiento del alumbrado eléctrico en la ciudad.<sup>4</sup> En septiembre de ese año, Ornelas se asoció con Thad W. Smith en Texas, Estados Unidos, con la idea de capitalizar la empresa; el plan fue una inversión de 50 % por parte de cada uno; pero la transacción incluyó traspasar, asignar y entregar “los intereses de la concesión” a Smith (Montalvo 2010, 94). En octubre de ese año se hizo una modificación al contrato,<sup>5</sup> que estipulaba que el contratista podía establecer por su cuenta o por la de la compañía que al efecto organizara, uno o más sistemas de iluminación eléctri-

<sup>1</sup> AHESLP, A, leg. 1888.1, exp. s/n, 14 marzo 1888.

<sup>2</sup> AHESLP, SGG, leg. 1888.29, exp. s/n, 7 julio 1888.

<sup>3</sup> AHESLP, SGG, CLD, 48, 3 octubre 1888.

<sup>4</sup> AHESLP, SGG, CLD, 75, 10 abril 1889; *Periódico Oficial del Estado de San Luis Potosí*, 13 abril 1889.

<sup>5</sup> AHESLP, SGG, CLD, 10, 31 octubre 1889.

ca para la ciudad de San Luis Potosí. Así surge la Empresa Potosina de Alumbrado y Poder Motor Eléctrico (en adelante EPAPME), con exclusividad para proveer de iluminación eléctrica o electricidad como fuerza motriz a las dependencias estatales y municipales.<sup>6</sup>

Ornelas realizó una estrategia empresarial en 1896: fusionó la EPAPME con la San Luis Potosi Electrical Company (SLPEC) que permaneció hasta 1902 (Montalvo 2010, 95). La última se había organizado en la ciudad de Nueva York, con el objetivo de expandir el sistema eléctrico en la ciudad. Entonces Smith era representado por George A. Waddill; quien se convertiría en un sujeto estratégico en la electrificación hasta 1910, por su desempeño técnico y empresarial en el negocio eléctrico y minero.

El tercer periodo contempla el permiso otorgado en 1902 a Waddill para establecer una planta de generación de energía, para la producción de fuerza motriz, alumbrado y calor y para vender o arrendar los servicios,<sup>7</sup> así como un contrato otorgado a Waddill en 1904 para la iluminación pública y una concesión para la iluminación pública del Teatro de la Paz,<sup>8</sup> para lo cual organizó la Potosina Electric Company (PEC), que permaneció de 1904 a 1910.

El cuarto y último momento de este estudio es la adquisición de compañías generadoras de energía eléctrica y de servicio de iluminación por parte de empresas estadounidenses con mayor capitalización y capacidad de generación, con transferencia tecnológica y características de la empresa gerencial moderna (Chandler 1987). La transición se da a finales del Porfiriato y los primeros años de la Revolución mexicana, cuando los procesos empresariales y tecnológicos muestran mayor desarrollo, pues se trata de empresas transnacionales pertenecientes a holdings eléctricos (Hausman y Neufeld 2004).

Así encontramos que en mayo de 1910 se aprobó el contrato entre el Ejecutivo y Harvey S. Leach –residente en la ciudad de México– por sí o por la compañía que organizara en Estados Unidos para establecer la “conducción, distribución y aplicación” de energía eléctrica en el estado. El proyecto tenía como objeto la distribución

<sup>6</sup> *Periódico Oficial del Estado de San Luis Potosí*, 13 abril 1889.

<sup>7</sup> AHESLP, A, leg. 1902.1, exp. s/n, 22 julio 1902.

<sup>8</sup> AHESLP, A, exp. 1905.1, exp. s/n, 4 marzo 1905.

y aplicación de energía eléctrica para actividades mineras, agrícolas, beneficio de metales, industriales y de servicios públicos, fortaleciendo la irrigación, el establecimiento de nuevas industrias o el desarrollo de las ya existentes y el desempeño de los servicios del estado o municipales de cualquier género que utilizaran energía eléctrica.<sup>9</sup> Con base en el contrato otorgado por el Ejecutivo, Harvey organizó en el estado de Maine, Estados Unidos, la Central Mexico Light and Power Company (CMLPC), representada por John West Thompson, quien adquirió la planta de la SLPEC y de la PEC;<sup>10</sup> se hizo cargo de las obligaciones de sus contratos.

Al final del año, se autorizó a la CMLPC para que se incorporase a ella la Michoacán Power Company (MPC) con el objeto de hacer extensivos los derechos y obligaciones de la concesión otorgada a Harvey S. Leach. Ambas compañías responderían al cumplimiento de las obligaciones contractuales.<sup>11</sup> Esta empresa quedó integrada al sistema que enlazó Michoacán, Guanajuato,<sup>12</sup> San Luis Potosí y Querétaro, que más tarde se conoce como Sistema Interconectado Guanajuato.

Estos procesos de fusión y adquisición muestran que en algunos espacios mexicanos un proceso de absorción empresarial a través de la adquisición de activos, concesiones, derechos y franquicias, proceso intensificado en las primeras décadas del siglo xx como un fenómeno agresivo. Ahora bien, ¿qué implicaciones tiene ese fenómeno en términos técnicos y empresariales?

### ELABORACIÓN, ACUMULACIÓN Y CIRCULACIÓN DE SABERES

En este trabajo se sostiene que existen diversos elementos constitutivos de los sujetos que lideraron el proceso de electrificación en San Luis Potosí, como el acceso a información privilegiada sobre los avances tecnológicos internacionales en la materia, los saberes técni-

<sup>9</sup> AHESLP, SGG, CDL, 12, 1 mayo 1910.

<sup>10</sup> AHESLP, A, leg. 1910.2, exp. s/n, 2 agosto 1910.

<sup>11</sup> AHESLP, SGG, CDL, 24, 9 diciembre 1910; AHESLP, A, leg. 1911.1, exp. s/n, 13 febrero 1911.

<sup>12</sup> AHG, n, Luis G. López, libro 1910, inscrip. 50, 1 febrero 1910.

cos y organizacionales, la acumulación de conocimientos técnicos, y las redes configuradas en torno al negocio eléctrico. El proceso implica la concreción de estrategias de posición en puestos de dirección técnica, gerencial y de gestoría, con base en una acumulación de saberes científicos y empresariales, proyectándose como agentes emprendedores de proyectos eléctricos.

Del primer momento, la figura de Garza como “director de operación” dibuja a un sujeto que posee conocimientos sobre el funcionamiento de un generador de electricidad. Se ha definido a Pedro Garza como el primer potosino doctorado en ciencias naturales, formado en la Universidad de Goettingen, Alemania, en 1873 (Martínez 2008b). Después de doctorarse llegó a San Luis para incorporarse al Instituto Científico y Literario de San Luis Potosí (ICSLP); al poco tiempo regresa a Alemania para instalarse nuevamente en la capital potosina en 1877; de Europa adquirió equipo y libros para el ICLSP y dirigió su equipamiento. La biblioteca contaba entonces con más de mil volúmenes, entre los que destacan libros y tratados de origen francés con temas de electricidad (Escobedo 2012, 147, 215-216, 260). Se contaba con el Observatorio Meteorológico –inaugurado a finales de 1877– y se había montado un museo. También se trabajaba en la modificación del plan de estudios. El Gabinete de Física del ICLSP fue impulsado por Francisco Estrada y formado por aparatos procedentes de Europa, aunque hipotéticamente parte de ellos fueron construidos en San Luis Potosí;<sup>13</sup> para el tiempo eran laboratorios de enseñanza e investigación. Los científicos potosinos mantenían relaciones con la comunidad científica internacional, quienes también visitaban la capital potosina; pertenecían a diversas sociedades científicas nacionales y extranjeras (Martínez 2008a), con la finalidad de intercambiar conocimientos.

En este sentido, el papel de Garza como académico formado en Europa argumenta la acumulación y transferencia de conocimientos. Las investigaciones realizadas por estos científicos y su contacto

<sup>13</sup> *Pulso*, San Luis Potosí, 15 de diciembre de 2004, “El Gabinete de Física del siglo xix”.

con académicos de otras latitudes constituye un proceso de circulación de saberes, especialmente de temas relacionados con la electricidad.

Al poco tiempo de funcionamiento de la maquinaria, Bernal, el ayudante de Garza pasa a desarrollar las funciones que tuvo el director de operación, de tal manera que el gobierno solamente mantuvo en su nómina a Bernal (Montalvo 2010, 76-77).

De lo anterior, se puede observar una relación efectiva del gobierno estatal con el incipiente proceso de electrificación. El alcance del servicio expuesto expresa la vinculación en la formación de recursos humanos especializados; la puesta en marcha de esos conocimientos; la reestructuración institucional en los centros de enseñanza; la incorporación de los mismos en los procesos de electrificación (David y Foray 2002); y la trasmisión de conocimientos por medio de la preparación del encargado de la maquinaria de generación de electricidad (Delbos y Jorion 1994). Ahora bien, la circulación de saberes incluye la participación en espacios como las asociaciones profesionales y los medios de comunicación.

La ciencia eléctrica comprende múltiples aplicaciones de la electricidad, entre las que se encuentran el desarrollo de las redes telegráficas y el telégrafo. Los medios de comunicación en auge tienen un papel fundamental, pues reducen las distancias y facilitan la transmisión de conocimiento técnico y conocimiento del mercado. Arizpe menciona que inicialmente el Estado mostró un interés sobre el uso de la electricidad más centrado en el telégrafo, el teléfono, el “alumbrado”, el transporte de la fuerza y la tracción eléctrica, “consideradas como las más interesantes” (Arizpe 1900, 12) En este sentido, es doblemente significativo el uso de la electricidad para dar funcionamiento al telégrafo, pues su instalación y usufructo estuvieron asociados a compañías ferrocarrileras.

El Congreso de San Luis Potosí autorizó en 1878 la concesión para construir un ferrocarril y un telégrafo dentro de los límites del estado, con el fin de comunicarlo con el puerto de Tampico.<sup>14</sup> De esa manera inicia una rápida expansión de las líneas. El ferrocarril

<sup>14</sup> AHESLP, SGG, CLD, 79, 31 mayo 1878; 60, 16 junio 1880.

inaugurado en 1888 es importante especialmente para la comercialización de aparatos y materiales especializados en la generación de electricidad y su aplicación como poder iluminativo.

Según un *Almanaque* (1890, 16), el teléfono se estableció en San Luis Potosí el año de 1881 y se tendió una línea a Zacatecas en 1883. Por otra parte, Arizpe señala que en 1889 no había teléfonos registrados en San Luis Potosí, y que diez años más tarde ya existía un total de 3 km de líneas para teléfonos urbanos y 9 para foráneos que hacen un total de 12 (Arizpe 1900). Por su lado, la prensa oficial se señala que en 1899 existían en la ciudad más de 438 aparatos telefónicos, con una extensión de 422 km, que agregados a los 457 que tenía la red telefónica que liga a la ciudad con algunas poblaciones del estado, hacía un total de 879 km.<sup>15</sup> Las cifras difieren, pero lo importante es señalar el uso creciente y la agilización de la comunicación que favorecen las transacciones y la transmisión de conocimientos técnicos.

Ahora bien, algunos estudios enfatizan la formación y profesionalización de la ingeniería eléctrica en México, su contribución al desarrollo del sector e impactos en el desarrollo económico. A pesar de que en los años comprendidos en este primer momento no existía educación especializada e institucional de técnicos o ingenieros eléctricos en San Luis Potosí, se ha identificado un interés formal creciente desde finales del siglo XIX. Desde 1875 en el ICLSLP, que funcionaba como el centro de formación profesional, se hablaba del aumento de las aplicaciones de la electricidad (Memoria 1875, 36), de la adquisición de máquina eléctrica –Woos– en 1907 (Informe 1907, 54), y de la creación de redes de circulación de saberes en círculos académicos ingenieriles, los cuales estaban involucrados en el proceso de electrificación, lo que se traduce en comunidades de conocimiento (David y Foray 2002).

Una de las explicaciones de la ausencia de formación especializada en ingeniería eléctrica según Bazant (1984), es que frente a la poca popularidad de esta especialidad, los interesados tendían a estudiar ingeniería eléctrica en el extranjero. También es de mencionar que

<sup>15</sup> *Periódico Oficial del Estado de San Luis Potosí*, 20 septiembre 1899.

las empresas eléctricas iniciaron con técnicos e ingenieros de los países de origen del capital. Los fenómenos indican una transmisión y circulación de conocimientos técnicos y empresariales, así como la configuración de comunidades de conocimiento (Latour 2003).

Como en el caso de Pedro Garza, los siguientes sujetos encargados del manejo de la maquinaria y pagados por el Estado, reproducen un esquema de aplicación de conocimientos apegado a la normatividad para el funcionamiento de la tecnología. La situación transita con Manuel Aramburu, poseedor del primer contrato institucionalizado por el gobierno estatal y municipal, que muestra rasgos de experiencias y saberes acumulados, refleja un proceso de maduración en los asuntos eléctricos, pues, aunque se trata de un proyecto de corta duración, sí se organiza con racionalidad económica. Ya se contaba con una planta generadora con caldera, un motor y una dinamo que pretendían un poder iluminativo de 1200 bujías del sistema Ball, que requiere de conocimientos técnicos mayores al manejo de una cantidad limitada de focos para iluminar un edificio gubernamental. Asimismo, el proyecto demanda personal más especializado en materia eléctrica para hacer la instalación de tendidos eléctricos y de mantenimiento de generadores.

A partir de los contratos con empresas especializadas y organizadas para la generación y la prestación del servicio de iluminación pública, aparece la publicidad de servicios ofrecidos por grandes empresas dedicadas al abastecimiento de energía eléctrica en el ámbito internacional, como la Thompson Houston Internacional Electric Co., radicada en Boston Mass., Estados Unidos. Promocionan el establecimiento de cerca de 200 compañías locales en Estados Unidos, así como operaciones en Europa y América latina –como en Italia, Inglaterra, Suecia y Perú–. Difunde que su sistema había sido superior en competencias hechas con el Brush y cualquier otro, superioridad mostrada también en exhibiciones europeas como la Exposición de Grandes Inventos –Londres 1885–; la Industrial de Edimburgo, Escocia; y la última de París.<sup>16</sup> También se habla de la iluminación eléctrica instalada en Guadalupe, Hidalgo, con el sis-

<sup>16</sup> AHESLP, SGG, leg. 1888.29, s/n, julio 1888.

tema Fort Wayne Jenney. Así, la creación y difusión de formas y hábitos constituyen elementos de una cultura productiva e institucional (Katz y Kosacoff 1998).

Los ámbitos de competencia de Aramburu ubicado en el segundo momento, están más cercanos a trayectorias comerciales desde la ciudad de México, donde residía. Sus intereses giran entonces al embrionario sector eléctrico en San Luis Potosí con un proyecto fracasado; más tarde se interesa en la minería en San Luis Potosí y Zacatecas. En 1895<sup>17</sup> se asoció con Arturo Dasconaguerre –minero de Zacatecas–, el ingeniero Enrique Camps, el comerciante Roberto Ipiña, Antonio Villalba, Agustín Soberón y Valentín Soberón y Castro, para explotar una mina en Vetagrande, Zacatecas, por medio de una empresa domiciliada en San Luis Potosí, de la cual poseía 25 acciones liberadas y 350 acciones “no liberadas”, que representaban 5 y 17.5 % de los totales de la cartera accionaria. A simple vista, la cantidad de acciones liberadas parece insignificante aunque la de “no liberadas” es de importancia; pero lo sobresaliente, es el grupo de comerciantes, empresarios e ingenieros aglutinados en esa compañía, que representan a familias que contaban entre sus miembros a ingenieros y empresarios de actividades comerciales, industriales, del ferrocarril y de otro tipo. La inexistencia de actas de consejo de administración no permite afirmar contundentemente, pero es de suponer que existe una capitalización de redes en las cuales se insertan por medio de proyectos, en los consejos de administración que constituyen espacios de sociabilidad. Trasluce una acumulación de saberes e intereses compartidos en actividades industriales, con actores y entidades asociados en redes de colectivos (Latour 2003).

Plutarco Ornelas –fundador de la EPAPME– es un sujeto histórico de interés para la historiografía mexicana por su posición en la política exterior, especialmente, en lo concerniente a las relaciones bilaterales con Estados Unidos, por la mala imagen que tuvo como representante diplomático<sup>18</sup> en diversos momentos (Sánchez 1998) y por la injerencia que tuvo en diversas empresas dedicadas a los ser-

<sup>17</sup> AHESLP, RPPC, Antonio de Padua Nieto, libro APN-XXXIII 1895, inscrip. 30, 1 febrero 1895.

<sup>18</sup> *Regeneración*, 4 y 12 noviembre 1904.

vicios, como las compañías deslindadoras en Coahuila, Tamaulipas, Sonora y Chihuahua (Vos 1984). Ornelas era un médico de profesión graduado en 1877, fue el primer “mexicano-americano” en hacerlo. Durante 25 años fue cónsul de México en San Antonio, Texas, Estados Unidos, donde practicó su profesión. Como hipótesis se plantea que sus representaciones oficiales son un medio para hacerse de privilegios del Estado en la asignación de contratos y concesiones para los servicios y las obras públicas; es decir, son negocios de la obra pública a través de la intermediación o la contratación. Esa era una práctica existente en México durante el Porfiriato, con diversas modalidades (Guerra 1992). Lo relevante es que Ornelas obtuvo el contrato para proporcionar el servicio de iluminación pública y formó la EPAPME, que sobrevivió hasta el año de 1902, pasando por transformaciones que denotan estrategias empresariales.

Con la dirección de Enrique Ornelas –hermano de Plutarco–, la EPAME adquirió nueva tecnología. La expansión requiere de personal más especializado, preferentemente extranjero para hacerse cargo de los procesos iniciales, hecho que define el tercer momento de la electrificación. Según la información disponible, para la instalación y control, la empresa contrató a un técnico eléctrico de apellido Roger, quien llegó a San Luis Potosí en 1891; al año siguiente contrató a J. W. Wammeter y en 1893 a Emilio Siurob (Montalvo 2010, 95), quienes se encargarían de hacer la revisión y mantenimiento de la infraestructura tecnológica, especialmente la referente al sistema de trasmisión, pues los cables representaban permanentes problemas técnicos. Siurob sobresale por sus capacidades técnicas y conocimiento sobre los tendidos eléctricos y la problemática que significaba su mantenimiento, especialmente cuando se trata de cambiar las bombillas, actividad que ocasionaba accidentes mortales de empleados, quienes habían padecido quemaduras y electrocuciones por el contacto de los cables que carecían de aislantes.<sup>19</sup> Así que en la ciudad de Querétaro, Siurob hizo modificaciones en la técnica para que los trabajadores pudiesen bajar las bombillas de forma sencilla y evitar el contacto con los cables de alta tensión, así

<sup>19</sup> *El Estandarte*, San Luis Potosí, 21 enero 1891.

como para evitar el peligro de caer de alturas considerables. En este sentido, se puede hablar de una cierta capacidad innovativa (Yoguel y Bosherini 2001) que transforma conocimiento a partir de stocks de competencias, que incumbe aprendizajes formales a informales en las empresas.

El servicio ofrecido por la EPAPME desde un principio presentaba anomalías, localizadas principalmente en la regularidad de la iluminación y la cantidad de luminarias prometidas, razón por la cual, en octubre de 1896, la comisión de alumbrado público dependiente del ayuntamiento, solicitó la caducidad de la concesión otorgada a Ornelas.<sup>20</sup> La estrategia del concesionario es una transformación empresarial con la finalidad de incrementar capital y ampliar la capacidad instalada aumentando la asociación con capital estadounidense. Así creó la SLPEC, que invertiría un nuevo capital de 100,000 pesos oro. La fórmula tiene repercusiones empresariales y técnicas, con la incorporación de sujetos especializados en ambas actividades, quienes buscan capitalizar la empresa para introducir tecnología y solventar las deficiencias técnicas del suministro. Al mismo tiempo se buscan estrategias de concentración de los servicios.

Los ingenieros extranjeros comenzaron reformas en el terreno y edificio para instalar la nueva maquinaria. Se contratan técnicos especializados cuyas funciones son hacer conexiones; inspeccionar el sistema; mantener la generación y suministro de electricidad continua; también implica permanente vigilancia y supervisión de las fallas más frecuentes.

En ese tiempo las exposiciones universales son espacios en los cuales se muestran los adelantos y las innovaciones tecnológicas, se exponen los conocimientos y se difunden. Se trata de un espacio idóneo para la circulación de saberes científicos y empresariales. Un ejemplo notable es que para los ingenieros y empresarios, la Exposición Universal de París de 1900 tenía un interés mayúsculo; era fundamental que se presentase el estado de la electrificación en México, porque despertaría “el interés de los productores de material eléctrico, haciéndoles ver del modo más sencillo las aplicaciones

<sup>20</sup> AHESLP, SGG, leg. 1896.1, exp. s/n, 1896.

que hacemos de los productos de su industria" (Arizpe 1900, 7). Se busca ampliar la oferta de materiales eléctricos producidos en Europa, así como la transmisión de conocimiento sobre su manejo. Se difunde la idea de que las exposiciones son la "ocasión para formarse la idea exacta de la instrucción, de la civilización y cultura, del estado de las artes y las ciencias" (*Pax International* 1905, 78).

El periodo de la asociación de nacionales con extranjeros enmarca las experiencias de Waddill en el sector eléctrico y la minería, significativas por la negociación realizada en la SLPEC en 1896. Por su parte, desde 1898 tuvo una participación activa en el mercado de propiedades y la organización de nuevos proyectos mineros en San Luis Potosí y Zacatecas.<sup>21</sup>

La combinación de intereses y experiencias en ambas actividades económicas cristaliza en 1902 con un permiso para abrir una planta de generación de energía,<sup>22</sup> para lo cual contrató un préstamo con Long Island Loan Trust Company Co., para garantizar la emisión de bonos por valor de 400,000 dólares (Montalvo 2010, 100-101). De ese total, más de 60% sería destinado para inmuebles, maquinaria y equipo.

Los contratos, permisos y concesiones negociadas consolidan a Waddill en el sector eléctrico frente a la competencia, ya que otras empresas buscaban obtener contratos semejantes. Lo anterior viene a colación en virtud de que en 1904, en el gobierno del ingeniero Blas Escontría, se lanzó una convocatoria nacional e internacional para contratar el servicio de iluminación pública para la ciudad. Se envió a *El Mundo Diario* de la ciudad de México, y a periódicos europeos, especialmente de Alemania, Inglaterra y Francia. Por ejemplo, en *The Electrical World* y en *The Engineering News* de Nueva York, en *Le Temps*, de París, así como en *Berliner Tageblatt*; la estrategia mediática estuvo a cargo de B & G. Goetschel, comisionistas e importadores, así como de Alberto Zinser, en Hamburgo, Alemania.<sup>23</sup>

<sup>21</sup> AHESLP, RPPC, Adalberto M. Vázquez, libro AMV c 1899, inscrip. 60, 21 junio 1899; libro AMV XI 1900, inscrip. 156, 13 noviembre 1900.

<sup>22</sup> AHESLP, A, leg. 1902.1, exp. s/n, 22 de julio de 1902; SGG, CDL, 24, 29 septiembre 1902.

<sup>23</sup> AHESLP, A, leg. 1904.1, exp. 2, s/n, febrero-septiembre 1904.

La táctica mediática surte un efecto de alto impacto pues se accedió a información sobre la oferta tecnológica de Estados Unidos y Europa. De esa manera, se cuenta con datos privilegiados sobre el estado y avances en materia técnica actualizada. Lo relevante es que las autoridades estatales y municipales, así como los ingenieros y empresarios involucrados en los asuntos eléctricos y sus encadenamientos económicos, recibieron propuestas de diversa naturaleza; algunas eran para la venta de accesorios y de plantas completas. La recepción de información sobre las novedades tecnológicas por medio de catálogos y otros documentos, proporciona un panorama de conocimiento sobre el estado de la tecnología y los costos de importación.

Ante la amplia difusión internacional de la convocatoria y la recepción de propuestas, Waddill solicita a la autoridad municipal informe sobre las ofertas presentadas, pero la comisión respondió que dicha convocatoria era pública y abierta, y que él no contestó dentro del plazo fijado por lo que no se le podía “tener como parte interesada en el contrato”. Ciertamente, la preocupación de Waddill era el artículo 8º del decreto de 31 de octubre de 1889 –concesión de Ornelas más tarde traspasada a Smith y administrada por Waddill– que “no le confiere derecho alguno con relación a otro, ni otros contratos de arrendamiento de luz, fuera del que, pactado con su compañía estaba por terminar”.<sup>24</sup>

En su lugar se aprobó un contrato para Shuwirth and García Company para instalar una planta generadora; sin embargo, lo relevante es que, en marzo de 1905, Waddill celebra un contrato por 15 años con el ayuntamiento para suministrar el servicio de alumbrado público, en este caso, por medio de modernas lámparas de arco, producidas por la General Electric Company (GEC) (Bases 1905); vale agregar que esa había sido la propuesta de Shuwirth que finalmente no se llevó a cabo a pesar de que existe información sobre la firma del contrato. Una de las cláusulas estipuló que Waddill o la PEC se obligaba a gestionar y obtener del gobierno la cancelación o disolución del contrato celebrado entre el Ejecutivo y Plutarco Or-

<sup>24</sup> AHESLP, A, leg. 1904.1, exp. s/n, 17 junio 1904.

nelas en 1889.<sup>25</sup> El ingeniero y gobernador José María Espinosa y Cuevas informó en 1905 que el servicio de iluminación pública se había modificado debido al nuevo contrato hecho con Waddil como representante de la PEC, por lo que quedaron sin efecto los derechos de Ornelas (Espinosa 1905, 8-9). La hipótesis al respecto es la propuesta de Latour (2003), quien habla de la teoría de redes, actores y entidades que sufren una acción, asociados en redes de colectivos.

Las redes empresariales y de intereses privan en la contratación de los servicios de generación y de iluminación pública, así como de fuerza motriz en San Luis Potosí. La figura de Waddill sobresale por tener los conocimientos técnicos asentados en el sector eléctrico y minero. A pesar de necesitar un intérprete intermediario en las negociaciones, éstas eran contundentes a la hora de obtener los contratos y de poner estrategias de capitalización por medio de la venta de acciones y bonos, así como la obtención de préstamos con instituciones financieras internacionales. En este sentido, la idea de traducción (Latour 1984; Callon 1986) posibilita entender relaciones establecidas entre individuos de conocimientos diferentes englobados en una misma transacción.

La trayectoria de Waddill en la minería es identificada por el denuncio de propiedades mineras en Zacatecas;<sup>26</sup> por su acción en el mercado minero por medio de la adquisición de fondos.<sup>27</sup> Tuvo injerencia en la Compañía Minera La Unión del Oro Mining Company s.A.,<sup>28</sup> la Siánori Mining and Milling Company s.A., en sociedad con el dentista Frank C. Doty, los técnicos ferrocarrileros George F. Leckner y Charles E. Rachal –todos originarios de Estados Unidos–, el médico H. Elliott Nolan, originario de Islandia, así como el ingeniero electricista Harry A. Corbett, originario de Cana-

<sup>25</sup> AHESLP, A, exp. 1905.1, exp. s/n, 4 marzo 1905.

<sup>26</sup> *Diario Oficial de la Federación*, México, 14 de julio y 10 de octubre de 1908.

<sup>27</sup> AHZ, N, Rafael Ceniceros Villarreal, libro 39 06-06-1906/26-12-1906, inscripción 110, 30 de julio de 1906; AHESLP, RPPC, Notario Adalberto M. Vázquez, libro AMV c 1899, inscripción 60, 21 junio 1899.

<sup>28</sup> AHESLP, RPPC, Adalberto M. Vázquez, libro AMV XI 1900, inscripción 156, 13 noviembre 1900.

dá.<sup>29</sup> La nacionalidad muestra las redes de profesionales, comerciantes y empresarios del norte de América. La presencia de un ingeniero eléctrico de nacionalidad canadiense no es fortuita, pues Waddill maximiza su labor desempeñada en la industria eléctrica configurando redes y comunidades; hay que recordar que la inversión canadiense en México es importante desde finales del siglo XIX.

Por otro lado, de las 3,000 acciones en que se dividió la sociedad que explotaría fondos mineros en el estado de Durango, Waddill aportó 50 %, seguido de Doty y Elliott con 22 % y 12 % respectivamente. Entonces Waddill era soltero y contaba con 41 años; se autodefinía como comerciante, lo que llama la atención por su desempeño en la dirección de trabajos técnicos en la industria eléctrica, en la gestión y organización empresarial minera.

Ese mismo año había formado la Nivel Mining Company, de la cual era el accionista mayoritario, junto con Doty, J. M. Lead, J. W. Nivel y Francisco Gordo, entre otros; en 1907 incrementaron el capital y reformaron los estatutos,<sup>30</sup> formó parte del consejo de administración. En diciembre de 1909, formalizó con Hubert del Valle la escritura de contrato de sociedad de la Asturiana Milling Company,<sup>31</sup> con un capital de 700,000 pesos divididas en 7,000 acciones, de las cuales 6,999 pertenecían a Waddill;<sup>32</sup> el mismo día reorganizaron la cartera accionaria entre Emeterio V. Lavín, Antonio F. Naval, Arturo E. Frolich, Hubert del Valle, Víctor M. Braschi, Deogracias Alonso y Carlos Brueggerloff, con 10 acciones para cada uno.<sup>33</sup> Para entonces aún era el gerente de la empresa eléctrica; por sus saberes se esperaba que “con los nuevos elementos de maquinaria con que hoy se cuenta, podrán dar halagadoras bonanzas”.<sup>34</sup> En 1910, forma la Seguranza Mining Company,<sup>35</sup> con un capital social de 350,000 pesos dividida en 35,000 acciones, de

<sup>29</sup> AHESLP, RPPC, Jesús Meléndez, p. 1905 II, inscrip. 46, 1 de septiembre de 1905; inscrip. 50, 12 septiembre 1905.

<sup>30</sup> AHESLP, RPPCM, ROM, t. VI, inscrip. 147, 10 septiembre 1907.

<sup>31</sup> *El Estandarte*, San Luis Potosí, 24 septiembre 1909.

<sup>32</sup> AHESLP, RPPCM, ROM, t. VI, inscrip. 160, 14 septiembre 1909.

<sup>33</sup> AHESLP, RPPCM, ROM, t. VI, inscrip. 161, 14 septiembre 1909.

<sup>34</sup> *El Estandarte*, San Luis Potosí, 24 de septiembre 1909.

<sup>35</sup> AHESLP, RPPCM, leg 31 1907-12, ROM, inscrip. 167, 26 octubre 1910.

las cuales alrededor de 4,300 le pertenecían, es decir, aproximadamente 12 %; junto con Edwin L. Cole, era uno de los accionistas mayoritarios. Es notorio que los proyectos mineros eran de una mediana capitalización, pero de mayor envergadura que los proyectos eléctricos.

La perspectiva se consolida en el cuarto y último momento con el desarrollo de la electrificación en el estado y la posterior integración a los grandes sistemas interconectados eléctricos sucedida después de 1910. Se instala la “gran empresa” cuya trayectoria se cifra en actividades propias del sector eléctrico (Gámez 2013), con una organización departamental más compleja. La presencia de ingenieros es importante, pues son quienes realizan las transacciones con el Estado. Los contratos también muestran el avance en la elaboración de instrumentos de formalización, de clausulado y articulado.

Existe una red de relaciones de colaboración, negociación y cooperación de los sujetos de diversas empresas generadoras de electricidad, que muestran una especie de comunidad de saberes. Harvey S. Leach, quien fungió como negociador de la concesión eléctrica y encargado de organizar la CMLPC, era un arquitecto de 30 años de edad –en México se fusionaba la ingeniería civil con la de ingeniero arquitecto (Bazant 1984)–, que aparece desde 1904 en sociedad con el ingeniero eléctrico Norman Rowe y H. C. Hawking, para adquirir propiedades mineras en Guanajuato;<sup>36</sup> entonces Rowe ya era representante de The Guanajuato Power and Electric Company (en adelante GPEC),<sup>37</sup> empresa creada en 1902; según Meyer, Rowe se trasladó de la ciudad de México a Guanajuato para encargarse de la GPEC sin hablar muy bien el español (Meyer 1998); situación similar a la de Waddill.

En el mismo año de 1904, Rowe otorga un poder a Leach para celebrar contratos eléctricos en el estado de Jalisco,<sup>38</sup> incorporándolo de lleno al sector eléctrico en expansión. Tanto Leach como Rowe aparecen en la creación de la CMLPC, como gestores, apoderados; con la MPC continúan sus funciones gestoras y técnicas en Gua-

<sup>36</sup> AGEG, N, Luis G. López, libro 36 1er. semestre, inscrip. 13, 12 marzo 1904.

<sup>37</sup> AGEG, N, Luis G. López, libro 34 2º semestre, inscrip. 14, 3 septiembre 1903.

<sup>38</sup> AGEG, N, Luis G. López, libro 37 2º semestre, inscrip. 42, 10 diciembre 1904.

najuato y San Luis Potosí.<sup>39</sup> La CMLPC había adquirido plantas en Irapuato, León y Silao; entonces Rowe era gerente local de la GPEC y Harvey S. Leach era superintendente de construcción de la Guanajuato Development Company (Southworth 1910, 100-102), empresa minera de capital estadounidense. Parte de la explicación de esta red de negociación y cooperación se explica por la formación ingenieril, los saberes híbridos y su circulación, así como por la capitalización de las redes configuradas. Por ejemplo, el cuadro gerencial de la GPEC estaba integrado por ingenieros con antecedentes laborales en la Westinghouse Electric & Manufacturing Company (Meyer 1998); relación que mantenían con funciones de asesoría y suministro. H. Haine –presidente de la GPEC– y Leonard C. Curtis –vicepresidente y tesorero– habían estado en Nueva York con Charles A. Coffin, presidente de la GEC, y Jhon Hays Hammond, revisando el nuevo proyecto de transmisión de energía de la GPEC.<sup>40</sup> Por lo regular, eran miembros del American Institute of Electrical Engineers, de Estados Unidos.<sup>41</sup>

Por su parte, los estudiantes de ingeniería civil y de minas realizaban prácticas profesionales en los talleres mecánicos de la planta de generación de la CMLP (Ley 1913), que posibilita la transmisión de saberes tecnológicos, capacidades de gestión empresarial y hábitos de comportamiento laboral, que al mismo tiempo constituyen un capital social de importancia (Katz y Kosacoff 1998). En 1913 se habían afianzado dos carreras relacionadas con sectores económicos estratégicos: el minero y el eléctrico. Oficialmente y con aprobación del Congreso del Estado, se realizó un reglamento sobre la instrucción secundaria, y se abrió la matrícula de ingenieros civiles como carrera de nueva creación, así como la de ingeniero de minas como una carrera reformada; ambas serían impartidas en el ICLSLP. La matrícula de ambas incluyó las asignaturas de mecánica aplicada y electricidad industrial, las cuales contaban con material bibliográfico adquirido meses antes de que iniciara el curso. Es significativo men-

<sup>39</sup> AGEG, N, Luis G. López, libro 50 1er. semestre, inscrip. 69, 25 junio 1910; libro 51 2º. semestre, inscrip. 26, 31 agosto 1910; AHESLP, A, leg. 1910.2, exp. 2 s/n, 1910.

<sup>40</sup> *Electrical World and Engineer*, XLIII: 1 (enero 2, 1904), 5 (enero 30, 1904), pp. 70, 250.

<sup>41</sup> *Electrical World and Engineer*, XLIII: 22 (mayo 28, 1904), p. 1048.

cionar que el primer ingeniero eléctrico egresado de la Escuela Nacional de Ingenieros de la ciudad de México, fue el guanajuatense Julio García Gómez, en octubre de 1910 (Díaz y Saldaña 2007), quien realizó sus prácticas en la GPEC, cuando expandía su sistema en Michoacán, San Luis Potosí y Guanajuato.

Esto significa al mismo tiempo, una relación efectiva entre los sistemas de preparación técnica formal y el sector productivo. Se puede hablar de una relación del Estado con la formación técnica cristalizada en planes educativos y una vinculación estrecha con la empresa eléctrica. Es decir, se atienden necesidades de los sectores en desarrollo, haciendo una vinculación con los grupos técnicos extranjeros que contribuyen con la asesoría y transmisión de saberes técnicos y empresariales.

## CONCLUSIONES

Los sujetos tratados en este trabajo se interpretan como individuos que aplican y reproducen saberes técnicos, de gestión y organización empresarial. Se advierte el desempeño de sujetos que han acumulado saberes y que los ponen en circulación, lo que posibilita el tránsito a lugares de toma de decisiones; también se plantea que esos conocimientos se transforman dando paso a nuevos procesos en la empresa eléctrica. Por lo tanto, son leídos de manera conjunta.

En su inicio, sobresale la capacidad de mantener y vigilar el funcionamiento de pequeños generadores. Representa la etapa inicial del proceso donde intervienen académicos formados en Europa y en México, que aportan conocimientos; pertenecen a comunidades de conocimiento. No obstante, se carece de marcos legales y de empresas eléctricas especializadas. Con la fractura del primer contrato para electrificación queda consignada la incapacidad para concluir la instalación del generador y de las lámparas, que muestra inexperiencia en las funciones del incipiente sector.

Son diversos los espacios asociados a la elaboración, acumulación y circulación de saberes desde los inicios de la electrificación, frente a los avances más significativos en el ámbito internacional, como son las invenciones y mejoras individuales e institucionales

aglutinadas en centros de investigación y universidades; la difusión en medios de comunicación a través de propaganda de equipos y materiales eléctricos; las exposiciones internacionales, entre otros, que favorecen la circulación de saberes técnicos, centrados en Europa y Estados Unidos.

Al final del siglo XIX se observa la asociación con el capital estadounidense con nueva tecnología, que transita a una organización sostenida en la sociedad anónima, con contratos de exclusividad, franquicias sobre concesiones, obligaciones contractuales, que muestra el conocimiento de ingenieros y empresarios en el marco institucional en materia de derechos de propiedad. Surgen agentes que proponen la asociación con capital extranjero y la contratación de ingenieros eléctricos extranjeros, para formar cuerpos especializados de técnicos con conocimientos sobre los procesos de electrificación. Son relevantes los nuevos métodos de gestión empresarial devenidos en buena medida de Estados Unidos, debido a los capitales afincados desde 1889.

La transferencia tecnológica impacta en la educación técnica o ingenieril, implica saberes técnicos de extranjeros puestos en movimiento. Se crean gabinetes, bibliotecas; los ingenieros se incorporan a empresas y centros de enseñanza donde proponen nuevos de planes de estudio. Los saberes circulan en el tiempo, tienen ritmos, de tal manera que perviven, circulan y transforman saberes basados en prácticas y resolución de problemas.

Como un sujeto de Estado inmerso en la política bilateral con Estados Unidos, Plutarco Ornelas aparece como un agente de intermediación con delegación de funciones e intereses centrados en la configuración de redes económicas, sociales y políticas, para lo cual maximiza su posición privilegiada en la política exterior y de acceso a información sobre los mercados financieros internacionales, en este caso, especialmente con el estadounidense. Representa también un engrane en la atracción de técnicos y agentes con capacidades de dirección técnica y gerencial. El de Ornelas, es un ejemplo de la conexión existente entre los agentes políticos y el empresariado, proceso en el cual el acceso a la información y su intercambio, explican una parte de las negociaciones para la puesta en marcha de proyectos eléctricos.

Agentes como George Waddill se desempeñan en la dirección de trabajos técnicos, en los órganos de gestión y de toma de decisiones de compañías eléctricas, así como en consejos de administración de empresas mineras. Su participación en la fundación y organización de empresas, así como su intervención en procesos técnicos, lo posicionan como un depositario de prácticas técnicas y empresariales. Nuevamente la relación entre la iniciativa privada y el Estado.

Por medio de estrategias desplegadas por estos sujetos históricos, se confirma una relación entre la electricidad y la minería, así como con el Estado; eran propietarios de fundos mineros, accionistas, directores de actividades productivas, consejeros de administración y gerentes. Así, las empresas eléctricas suministran energía a las mineras; los cuadros técnicos, ingenieriles y gerenciales forman parte de empresas eléctricas y mineras.

Las primeras etapas de la electrificación en San Luis Potosí se pueden analizar como momentos de transferencia de tecnología y de conocimientos. En la última etapa, se identifica una red de colaboración, negociación y cooperación de ingenieros de diversas empresas generadoras de electricidad, que constituyen una de comunidad de saberes. La comunidad crea un espacio “público” de intercambio, de circulación de saberes. El proceso es complejo, pues en los cuatro momentos tratados en este estudio, se puede advertir una cierta continuidad con la presencia de ingenieros y técnicos que arriban con saberes en cada etapa, que trasmiten al interior del medio académico y del productivo y que plantean una relación con la práctica, por lo que se puede hablar de circulación de saberes.

Se identifica un impacto en la formación técnica e ingenieril institucionalizada, con conocimientos básicos que resuelven los problemas más inmediatos. El impacto más fuerte se genera en los primeros años del siglo XX y despunta en el periodo revolucionario, a pesar de las condiciones sociales y de inestabilidad características, con el establecimiento de cátedras en el ICLSLP, que transita hacia una profesionalización técnica asociada a la empresa y la presencia de grandes empresas dedicadas a la generación de energía eléctrica, las cuales se integraron a holdings eléctricos que operan en América Latina.

## FUENTES

### *Archivo*

AHESLP		Archivo Histórico del Estado de San Luis Potosí
	A	Ayuntamiento
	SGG	Fondo: Secretaría General de Gobierno
	RPPC	Registro Público de la Propiedad y del Comercio
	ROM	Registro de Operaciones Mineras
AHEZ		Archivo Histórico de Zacatecas
	N	Fondo: Notarios
AGEG		Archivo General del Estado de Guanajuato
	N	Fondo: Notarios

## BIBLIOGRAFÍA

*Almanaque de San Luis Potosí para el año de 1886*, San Luis Potosí, 1890.

ARIZPE, Rafael R., *Estadística de las aplicaciones de la electricidad en la República Mexicana formada por Rafael Arizpe como Jefe del grupo V de la Comisión Mexicana para la Exposición Universal e Internacional de parís en 1900*, Tip. y Lit. La Europea de J. Aguirre Vera y Co. (S. en C.), 1900.

AUBANELL, Ana, “La élite de la clase trabajadora. Las condiciones laborales de los trabajadores de las eléctricas madrileñas en el periodo de entreguerras”, *Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, Universidad de Barcelona, núm. 119 (17), vol. vi, 2002.

*Bases del contrato celebrado el día 5 de marzo de 1905, ante el notario público Manuel Gómez Grande. H. Ayuntamiento de la capital y el señor George Waddill, apoderado de la Compañía Eléctrica Potosina (Potosina Electric Co., para el alumbrado público de la Ciudad, San Luis Potosí, Imprenta Municipal, 1905.*

BAZANT, Mílada, “La enseñanza y la práctica de la ingeniería duran-

- te el Porfiriato”, en *Historia Mexicana*, núm. 3, vol. 33, enero-marzo 1984, 254-297.
- \_\_\_\_\_, *Historia de la educación durante el Porfiriato*, México, El Colegio de México, 2000.
- BIRK, Françoise y André GRELON, *Un siècle de formation des ingénieurs électriciens: Ancrage local Anchage local et dynamique européenne, l'exemple de Nancy*, Édition de la Maison des Sciences de l'homme, 2006.
- CABRERA, Antonio, *Quinto almanaque de San Luis Potosí para el año de 1890*, San Luis Potosí, Imprenta de M. Esquivel y Cía., 1889.
- CALLON, Michel, “Elements pour une sociologie de la traduction: la domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc”, *L'Année Sociologique*, núm. 36, 1986, 169-208.
- CHANDLER, Alfred D., *La mano visible. La revolución en la dirección de la empresa norteamericana*, Madrid, Ministerio del Trabajo y Seguridad Social, 1987.
- CHEVALLARD, Yves, *La transposition didactique*, Grenoble, La Pensée Sauvage, 1985.
- DAVID, Paul A. y Dominique FORAY, “An introduction to the Economy of the Knowledge Society”, *International Social Science Journal*, 54, (171), febrero-marzo 2002, 9-23.
- DELBOS, Genevière y Paul JORION, *La transmission des savoirs*, París, Editions de la Maison des sciences de l'homme, 1994.
- DEROUET, Jean-Louis, “Du transfert à la circulation des savoirs et à la reproblematisation. De la circulation des davoirs à la constitution d'un forum hybride et de pôles de compétences. Un itinéraire de recherche”, en *Recherche et Formation*, núm. 40, 2002, 13-25.
- DÍAZ MOLINA, Libertad, “La formación de los ingenieros electricistas en México y Cuba, 1889-1940”, tesis de maestría en Historia, UNAM, Facultad de Filosofía y Letras, 2005.
- \_\_\_\_\_, “Antecedentes, desarrollo y principales consecuencias de la participación del Estado en el desarrollo de la industria eléctrica en México, 1889-1960”, tesis de doctorado, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, 2012.
- DÍAZ MOLINA, Libertad y Juan José SALDAÑA, “La Revolución

- Mexicana y la enseñanza de la ingeniería eléctrica: el caso de la Escuela Práctica de Ingeniería Mecánica y Eléctrica”, en Federico Lazarín Miranda, ed., *Memoria del primer Coloquio Latinoamericano de Historia y Estudios Sociales sobre la Ciencia y la Tecnología*, disco compacto, México, Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y de la Tecnología, 2007, 1257-1275.
- DODIER, Nicolas, *Leçons politiques de l'épidémie de sida*, París, Editions de l'EHESS, 2003.
- DUGAL, Jean-Paul e Yvon LÉZIART, “La circulation des savoirs entre recherche et formation: l'exemple des concepts didactiques lors d'une action de formation de conseillers pédagogiques” en *Revue Française de Pédagogie*, núm. 149, octubre-noviembre-diciembre 2004, 37-47.
- ESCOBEDO, Juan, *La primera biblioteca pública en la ciudad de San Luis Potosí: 1878-1923*, San Luis Potosí, El Colegio de San Luis, 2013.
- ESPINOSA Y CUEVAS, José María, *Informe leído por el C. Gobernador del Estado Ing. José M. Espinosa y Cuevas, en la apertura del 1er periodo de sesiones del xxi Congreso Constitucional, la noche del 15 de Septiembre de 1905, y contestación dada al informe anterior, por el C. Presidente del Congreso Ingeniero Joaquín de Arguinzóniz*, San Luis Potosí, Tip. De la Escuela Industrial Militar, 1905.
- GALARZA, Ernesto, *La industria eléctrica en México*, México, Fondo de Cultura Económica, 1941.
- GÁMEZ, Moisés, “Fuentes y usos de la energía eléctrica. El alumbrado público, privado y los proyectos empresariales, 1880-1910”, ponencia in extenso, *xvi Encuentro de Historia Económica del Norte de México*, Torreón, Coahuila, Universidad Iberoamericana, 11-13 de octubre de 2007.
- \_\_\_\_\_, “Electrificación, holding y sistemas interconectados. La industria eléctrica en San Luis Potosí, 1910-1960”, en Moisés Gámez, coord., *Electricidad: recurso estratégico y actividades productivas. Procesos de electrificación en el norte de México, siglos XIX-XX*, San Luis Potosí, El Colegio de San Luis, 2013.
- GARCÍADIEGO, Javier, *Rudos contra científicos. La Universidad Nacional durante la revolución mexicana*, México, El Colegio de México, UNAM, 2000.

- GORTARI, Rebeca de, "Educación y conciencia nacional", en *Revista Mexicana de Sociología*, núm. 3, vol. 49, julio-septiembre, 1987, 123-141.
- GORTARI, Eli de, *La ciencia en la historia de México*, México, Grijalbo, 1980.
- GUERRA, Francois-Xavier, *México: del antiguo régimen a la revolución*, México, Fondo de Cultura Económica, 1992.
- HAUSMAN, William. J., y John. L. NEUFELD, "The Economics of Electricity Networks and the Evolution of the U.S. Electric Utility Industry, 1882-1935", en *Business and Economic History On-Line*, 2, 2004, 1-26.
- Informe del director del Instituto Científico y Literario, Dr. Antonio F. López. Año escolar de 1907*, San Luis Potosí, Imprenta y Litografía de M. Esquivel y Ca., 1907.
- KATZ, Jorge y Bernardo KOSACOFF, "Aprendizaje tecnológico, desarrollo institucional y la microeconomía de la sustitución de importaciones", en *Desarrollo económico*, núm. 148, vol. 37, enero-marzo, 1998, 483-502.
- LATOUR, Bruno, *Les microbes, suivi de irréduction*, París, A. M. Metailié, 1984.
- \_\_\_\_\_, *Un monde pluriel mais commun*, Editions de L'Aube, 2003.
- LAZARÍN MIRANDA, Federico, ed., *Memoria del primer Coloquio Latinoamericano de Historia y Estudios Sociales sobre la Ciencia y la Tecnología*, CD, México, Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y de la Tecnología, 2007.
- Ley de Instrucción secundaria. Emitida por Rafael Cepeda y aprobada por el xxiv Congreso*, San Luis Potosí, Tipografía de la Escuela Industrial Militar, 1913.
- LIEHR, Reinhard y Mariano E. TORRES BAUTISTA, "Introducción", en Reinhard Liehr y Mariano E. Torres Bautista, coords., *Compañías eléctricas extranjeras en México (1880-1960)*, México, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Iberoamericana Editorial Vervuert, Bonilla Artiga editores, 2010.
- MARTINAND, Jean-Louis, "Production, circulation et reproblématisation des savoirs", en *Actes du colloque Les pratiques dans l'enseignement eupérieur*, DC, Toulouse, Université de Toulouse le Mirail, 2000.

- \_\_\_\_\_, “Matrices disciplinaires et matrices curriculaires: le cas de l’éducation technologique en France”, en Claude Carpentier, coord., *Contenus d’enseignement dans un monde en mutation: permanences et ruptures*, París, L’Harmattan, 2001, 249-269.
- MARTÍNEZ, José Refugio, “El legado de Gregorio Barroeta”, en *Cuadernos Potosino de Cultura Científica*, Museo Casa de la Ciencia y el Juego, Sociedad Científica Javier Estrada, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, núm. 3, vol. 1, 2008, 33-45.
- \_\_\_\_\_, “Pedro Garza, el primer doctor en ciencias potosino”, en *Cuadernos de Cultura Científica*, Museo Casa de la Ciencia y el Juego, Sociedad Científica Javier Estrada, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, núm. 4, vol. 1, 2008, 47-57.
- MARTÍNEZ MIRANDA, Elio Agustín, María DE LA PAZ RAMOS LARA, “Funciones de los ingenieros inspectores al comienzo de las obras del complejo hidroeléctrico de Necaxa”, en *Historia Mexicana*, núm. 1, vol. 56, 2006, 231-286.
- Memoria de la distribución de premios del Instituto Científico y Literario de San Luis Potosí. La noche de noviembre de 1875*, San Luis Potosí, Tipografía de la Instrucción Primaria, 1875.
- MEYER Cosío, Francisco Javier, *La minería en Guanajuato: denuncias, minas y empresas (1892-1913)*, México, Universidad de Guanajuato, 1998.
- MONTALVO HERNÁNDEZ, Gloria del Rocío, “Proceso de electrificación en San Luis Potosí. 1880-1930”, tesis de maestría en Historia, El Colegio de San Luis, 2010.
- NONAKA, Ikujiro y Hirotaka TAKEUCHI, *The Knowledge-Creating Company. How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*, Nueva York, Oxford University Press, 1995.
- Pax-International Magazine*, México, xiv, 10, enero de 1905.
- RAMOS LARA, María de la Paz y Rigoberto RODRÍGUEZ BENÍTEZ, coords., *Formación de ingenieros en el México del siglo XIX*, México, UNAM, Universidad Autónoma de Sinaloa, 2007.
- SÁNCHEZ, Ramón, “Itinerarios de Maravatío a San Antonio de Béjar (Texas)”, en Álvaro Ochoa Serrano, ed., *Viajes de Michoacán*

- canos al norte*, Zamora, El Colegio de Michoacán, Instituto Michoacano de Cultura, 1998, 83-96.
- SOLANA, Fernando *et al.*, *Historia de la educación pública en México*, México, Fondo de Cultura Económica, 1981.
- SOUTHWORTH, John, *El directorio oficial de las minas y haciendas de México. Descripción general de las propiedades mineras y de las haciendas y ranchos de aquellos estados y territorios donde se han podido obtener datos fidedignos de la República Mexicana*, México, Published by John R. Southworth, 1910.
- VÁZQUEZ, Josefina Zoraida, *Nacionalismo y educación en México*, México, El Colegio de México, 1975.
- \_\_\_\_\_, *La educación en la historia de México*, México, El Colegio de México, 1992.
- VÁZQUEZ, Josefina Zoraida *et al.*, *Historia de las profesiones en México*, México, Secretaría de Educación Pública, El Colegio de México, 1982.
- Vos, Jan de, “Una legislación de graves consecuencias. El acaparamiento de tierras baldías en México, con el pretexto de la colonización, 1821-1910”, en *Historia Mexicana*, 34 (133), 1984, 76-113.
- WIONCZEK, Miguel, “The State and the Electric-Power Industry in Mexico, 1895-1965”, *Business History Review*, Cambridge, Harvard University, 1965.
- \_\_\_\_\_, *El nacionalismo mexicano y la inversión extranjera*, México, Siglo XXI, 1967.
- YOGUEL, Gabriel y Fabio BOSCHERINI, “El desarrollo de las capacidades innovativas de las firmas y el rol del sistema territorial”, en *Desarrollo Económico*, núm. 161, vol. 41, abril-junio 2001, 37-69.

FECHA DE RECEPCIÓN DEL ARTÍCULO: 14 de septiembre de 2012

FECHA DE APROBACIÓN: 20 de marzo de 2013

FECHA DE RECEPCIÓN DE LA VERSIÓN FINAL: 24 de mayo de 2013