

El Colegio de México

Centro de Estudios de Asia y África

LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA MECÁNICA DURANTE EL PERIODO MEIJI
Y SU IMPORTANCIA EN LA INDUSTRIALIZACIÓN DE JAPÓN

Tesis presentada por

GERARDO TANAMACHI CASTRO

para optar al grado de

MAESTRÍA EN ESTUDIOS DE ASIA Y ÁFRICA

ESPECIALIDAD: JAPÓN

DIRECTOR:

DR. JOSÉ ANTONIO CERVERA JIMÉNEZ

Ciudad de México, 2019

Para Andrea

Agradecimientos

A El Colegio de México, por la oportunidad de estudiar en una institución de calidad y en un programa único en América Latina; por el apoyo Pronabes, que hizo posible mi asistencia al XVI Congreso Internacional de la Asociación Latinoamericana de Estudios de Asia y África, llevado a cabo del 1 al 4 de agosto de 2018 en Lima, Perú, en el cual presenté avances de esta investigación; por la Beca del Fondo Institucional del Conacyt (Foins), y por la Beca para Terminación de Tesis.

Al Conacyt, por la Beca Nacional de manutención recibida durante toda la maestría, y por la Beca de Movilidad en el extranjero.

Al Dr. José Antonio Cervera Jiménez, por la dirección de este trabajo, así como por su continuo apoyo moral y académico, desde antes del inicio de esta maestría.

A la Dra. Michiko Tanaka, por su lectura y comentarios de esta tesis, y por hacer posible el viaje de estudios de los alumnos del área de Japón de la maestría, realizado entre noviembre de 2018 y enero de 2019, indispensable en la obtención de fuentes, el conocimiento directo de sitios y objetos relacionados con esta investigación, y la oportunidad de recibir la asesoría de expertos en el tema de la misma.

Al Dr. Víctor López Villafañe, por la lectura de esta tesis y por su apoyo en varios momentos previos a mis estudios de maestría y durante ellos.

A la Fundación Japón, por el apoyo económico que cubrió parcialmente los gastos del viaje de estudios a Japón.

Al Dr. Andrew Reed Hall, de la Universidad de Kyūshū, por su respaldo académico en mi viaje de estudios, y por permitirme asistir a sus seminarios sobre Historia Moderna de Japón durante mi estancia.

A los profesores Masanori Wada, de la Universidad de Mie, Jun Suzuki y Takehiko Hashimoto, ambos de la Universidad de Tokio, por su atención a mis consultas acerca del tema de esta investigación, la orientación que me proporcionaron sobre bibliografía relevante y las publicaciones de su autoría que me facilitaron.

A los profesores Mikio Wakabayashi, de la Universidad de Waseda, y Hiroyuki Ukeda, de la Universidad de Tokio, por sus gestiones para utilizar las instalaciones de sus instituciones durante el viaje de estudios.

A mi familia y mis amigos, por sus muchas contribuciones a esta tesis y a la realización de esta maestría.

Resumen

La enseñanza formal de la Ingeniería fue uno de los factores que hicieron posible la industrialización de Japón, llevada a cabo en buena parte durante el periodo Meiji, transcurrido entre 1868 y 1912. Para impulsar esa enseñanza, un grupo de jóvenes burócratas, a quienes se les había encomendado la formulación de la política industrial de un país que había pasado siglos en un relativo aislamiento, concibieron instituciones educativas en las que incorporaron influencias occidentales y buscaron aprovechar en cierta medida las tradiciones artesanales japonesas.

Dichas instituciones se crearon, por un lado, en el Ministerio de Educación, y por otro, en el de Obras Públicas. Durante el tiempo de su existencia, esta última dependencia fomentó la industria por medio de proyectos costosos, pero que permitieron que se acumulara la experiencia necesaria para facilitar el progreso del sector privado. Entre dichos proyectos estuvieron algunos de fabricación de maquinaria, cuyas numerosas aplicaciones en la industria se vieron reflejadas en la importancia que la Ingeniería Mecánica tuvo en la educación tecnológica de Japón.

En este trabajo se describe el origen y el desarrollo de la enseñanza de la Ingeniería Mecánica durante el periodo Meiji, el efecto que tuvieron en ella las vicisitudes de las políticas públicas, y las actividades en las que se desempeñaron los ingenieros mecánicos formados en Japón, en relación con la industrialización del país. Se muestra cómo la influencia más importante provino de países de habla inglesa, que la enseñanza de la Ingeniería Mecánica fue impulsada

primero por el Ministerio de Obras Públicas y después por el expansionismo militar japonés, y que los ingenieros mecánicos tuvieron una activa participación en múltiples sectores de la industria nacional, cada vez más compleja gracias a la forma en que ellos mismos elevaron su nivel de competitividad, en el marco del desarrollo tecnológico mundial.

Palabras clave: enseñanza, Ingeniería, maquinaria, industrialización, Meiji.

Abstract

The formal teaching of Engineering was one of the factors that made possible the industrialization of Japan, carried out largely during the Meiji period, between 1868 and 1912. To boost that teaching, a group of young bureaucrats, who had been entrusted with the task of drafting the industrial policy of a country that had spent centuries in relative isolation, devised educational institutions in which they incorporated Western influences and sought to take advantage to some extent of Japanese artisanal traditions.

These institutions were created, on the one hand, in the Ministry of Education, and on the other, in that of Public Works. During the time of its existence, the latter promoted the industry through costly projects, but thus allowed the experience necessary to facilitate the progress of the private sector to be accumulated. Among these projects, there were some related to machinery manufacturing, of which many applications in industry were reflected in the importance that Mechanical Engineering had in the technological education of Japan.

This work describes the origin and development of the teaching of Mechanical Engineering during the Meiji period, the effect that diverse circumstances of the public policies had on it,

and the activities in which the mechanical engineers trained in Japan were engaged, in relation to the industrialization of the country. It shows how the most important influence came from English-speaking countries, that the teaching of Mechanical Engineering was promoted first by the Ministry of Public Works and then by the Japanese military expansionism, and that mechanical engineers had an active participation in multiple sectors of the national industry, increasingly complex thanks to the way in which they raised its level of competitiveness, within the framework of the global technological development.

Keywords: teaching, Engineering, machinery, industrialization, Meiji.

Índice

Resumen.....	5
Abstract.....	6
Introducción.....	10
Capítulo 1. El camino hacia un sistema de educación tecnológica.....	16
1.1. Los cimientos del desarrollo tecnológico.....	16
1.2. La apertura de puertos y sus consecuencias.....	19
1.3. El cambio de era y el Ministerio de Obras Públicas.....	24
1.4. El Colegio Imperial de Ingeniería.....	27
1.5. La Misión Iwakura y el Ministerio de Educación.....	34
1.6. El imperialismo japonés y la expansión del sistema de educación tecnológica.....	38
Capítulo 2. La enseñanza de la Ingeniería Mecánica durante el periodo Meiji.....	45
2.1. Comentarios preliminares.....	45
2.2. Las instituciones.....	46
2.3. Los profesores titulares.....	51
2.3.1. La Universidad de Tokio y sus antecesoras.....	51
2.3.2. Otras instituciones.....	54

2.3.3. Los profesores asistentes.....	57
2.4. Los egresados.....	59
2.5. Los libros de texto.....	64
2.6. Los planes de estudio.....	66
2.6.1. Las primeras instituciones.....	66
2.6.2. Las consecuencias de la extinción del Min. de Obras Públicas.....	69
2.6.3. La influencia de las fuerzas armadas y del desarrollo industrial..	71
2.6.4. El contraste entre las diversas instituciones.....	72
2.7. Comentarios finales.....	76
 Capítulo 3. La importancia de la enseñanza de la Ingeniería Mecánica en la industrialización de Japón.....	 79
3.1. El Min. de Obras Públicas y la asimilación de la tecnología extranjera.....	79
3.2. La industria textil y el desarrollo del sector privado.....	83
3.3. El desarrollo militar como detonante del desarrollo de la industria de la maquinaria.....	88
3.4. La diversificación y sofisticación de la ind. de la maquinaria en Japón.....	93
3.5. El mercado laboral de los ingenieros mecánicos.....	99
3.6. Comentarios finales.....	112
 Conclusiones.....	 116
 Bibliografía.....	 123

Introducción

La industrialización de Japón, llevada a cabo en buena parte durante el periodo Meiji (1868-1912), ha llamado la atención de muchos estudiosos por su rapidez, y por tratarse de uno de los primeros países no occidentales en enfrentarse con las grandes potencias mundiales. Factores socioeconómicos y culturales previos, diversas políticas públicas y la situación internacional la hicieron posible, pero la educación técnica formal fue especialmente importante, como medio para lograr la independencia tecnológica y elevar el nivel de competitividad.

Cuando inició ese proceso, los japoneses contaban ya con una larga trayectoria en el estudio, la transmisión y el uso de la ciencia y la tecnología. Durante muchos siglos habían adoptado y adaptado numerosos elementos de la cultura china. En el siglo XVI se presentó un intenso intercambio con los portugueses, y en los dos siglos siguientes mantuvieron vínculos con los holandeses. Por otro lado, el relativo aislamiento de algunos periodos favoreció desarrollos propios.

En todo caso, podemos encontrar en la reacción de los japoneses ante la amenaza del imperialismo de mediados del siglo XIX detonantes de dicho proceso de industrialización, así como del de la occidentalización a la que acompañó. La tecnología bélica se volvió una de las prioridades de la sociedad de tipo feudal de aquel entonces, y las presiones externas se sumaron a crisis internas para dar lugar a los profundos cambios del periodo Meiji. De manera semejante a lo que sucedió en otros ámbitos, el sistema educativo fue transformado

por completo, lo cual repercutió en el desarrollo industrial. Éste, a su vez, influyó en los lineamientos de la enseñanza.

Es la reciprocidad de esta dinámica la que interesa en este trabajo. En particular, las numerosas aplicaciones de la Ingeniería Mecánica en la industria, así como su notable desarrollo en Japón después de la Segunda Guerra Mundial, del cual los proyectos que tuvieron lugar durante el periodo Meiji fueron la base, hacen que la enseñanza de dicha rama del conocimiento merezca especial atención.

En consideración a lo anterior, en esta tesis se busca responder las siguientes cuatro preguntas: 1) ¿de qué manera se incorporaron diferentes elementos e influencias a los programas educativos de las instituciones en las que se enseñó Ingeniería Mecánica durante el periodo Meiji?, 2) ¿qué modificaciones sufrió el contenido de la enseñanza formal de esta rama de la Ingeniería?, 3) ¿dicha educación respondió a las necesidades de la industria nacional? y 4) ¿cuál fue la dinámica entre el gobierno, la industria y las instituciones educativas alrededor de la Ingeniería Mecánica durante el periodo Meiji?

Se parte de la hipótesis de que la enseñanza de la Ingeniería Mecánica en Japón pasó, en cuarenta años, del ensayo y error de un grupo de jóvenes burócratas, a una planificación nacional basada en la demanda de las fuerzas armadas y la industria. Para poner a prueba esta hipótesis, y para responder las preguntas de investigación, se plantean tres objetivos: 1) determinar las circunstancias externas e internas, particularmente los factores políticos, económicos, sociales y culturales, que influyeron en la enseñanza de la Ingeniería Mecánica del periodo Meiji, 2) caracterizar dicha transmisión de conocimiento y 3) identificar la importancia de la enseñanza de la Ingeniería Mecánica en Japón en su despegue como potencia industrial a finales del siglo XIX y principios del XX.

Se entiende aquí la enseñanza como la planeación, preparación, implementación y evaluación de instrumentos y situaciones con el fin de lograr que los alumnos de una institución educativa adquieran ciertos conocimientos. Por otro lado, se define la Ingeniería Mecánica¹ como el conjunto de conocimientos científicos aplicados al diseño y desarrollo de máquinas, entendidas como aparatos con los que se puede dirigir, regular o transformar la acción de fuerzas. Por último, se concibe la industrialización como el proceso por medio del cual la economía de una sociedad llega a ser impulsada principalmente por un sector manufacturero basado en tecnología.

El análisis realizado está basado en los enfoques de la Historia de la Ciencia y la Tecnología, y de la Historia de la Educación. En particular, se apoya en la teoría de sistemas de Thomas P. Hughes (2012). En este sentido, se entiende a las instituciones educativas como parte de un “gran sistema tecnológico” (*large technological system*) del que formaba parte también la industria y el gobierno. De esta manera, se busca describir y explicar el desarrollo de la enseñanza de la Ingeniería Mecánica durante el periodo Meiji en relación con los demás “componentes” (*components*) del sistema.

En el Capítulo 1 se hace referencia a los antecedentes inmediatos necesarios para entender el desarrollo de la enseñanza de la Ingeniería Mecánica durante el periodo Meiji, con base en fuentes secundarias. En el siguiente capítulo se determinan las características de la enseñanza empleando principalmente la información publicada en su momento por las propias instituciones educativas, y se responden las preguntas de investigación 1 y 2, es decir, se

¹ En general, se considera en este trabajo como la traducción de 機械工学.

identifican los elementos e influencias incorporados en la enseñanza, así como los cambios que ésta sufrió.

En el tercer capítulo se brinda un panorama general de la industria de la maquinaria durante el periodo Meiji, y se contestan las preguntas 3 y 4, es decir, si se atendieron las necesidades de la industria y cuál fue la dinámica entre ésta, las instituciones educativas y el gobierno. Para ello, se exploran correlaciones entre el desarrollo educativo y el industrial, especialmente en lo que se refiere a la trayectoria profesional y el mercado laboral de los ingenieros² mecánicos.

Durante más de un siglo se han publicado numerosas investigaciones en varios idiomas acerca de la industrialización y el desarrollo tecnológico de Japón, aunque la mayoría de ellas son de carácter general. Un buen ejemplo, útil para esta tesis, es el trabajo de Tetsurō Nakaoka (2006), que analiza dicho proceso desde el punto de vista de la Historia de la Ciencia y la Tecnología.

También existen múltiples estudios sobre industrias particulares. Entre las obras más importantes y recientes acerca del desarrollo de la industria de la maquinaria en Japón durante el periodo Meiji se encuentran las investigaciones de Historia Económica de Jun Suzuki (1998) y de Minoru Sawai (2016).

Asimismo, desde la Historia Empresarial, varios estudiosos se han ocupado de los métodos de reclutamiento de personal en la industria, las habilidades y conocimientos requeridos a los

² Cuando se habla de ingenieros en este trabajo, se hace referencia a personas que habían recibido un título por parte de una institución educativa. Aunque en muchos casos este título se especificaba en las fuentes como *kōgakushi* (工学士), en algunos no se precisa el nombre del título.

empleados y el funcionamiento de las empresas. En este rubro se encuentran varias de las investigaciones de Shōji Uemura (2015 a 2018).

Por otro lado, hay estudios bastante completos acerca del sistema de educación tecnológica del periodo Meiji. Por ejemplo, el historiador de la educación Nobuhiro Miyoshi (2005) ha mostrado la manera en que se conformó dicho sistema y cómo funcionaba. Además, hay trabajos acerca del papel que jugaron instituciones específicas en la industrialización de Japón, como el caso del Colegio Imperial de Ingeniería (工部大学校), analizado por Masanori Wada (2013).

Sin embargo, como lo han señalado varios de los autores mencionados, en particular Uemura y Wada, la contribución de los ingenieros formados en Japón a la industrialización de su país es un tema del que falta mucho por estudiar. En particular, no existen estudios sobre la contribución de la enseñanza de la Ingeniería Mecánica durante el periodo Meiji a la industrialización de Japón. Además, los aspectos de dicha enseñanza que han sido estudiados son limitados. Una de las pocas investigaciones al respecto es la comparación de los planes de estudio de Ingeniería Mecánica de Japón y Estados Unidos durante los periodos Meiji y Taishō (1912-1926) llevada a cabo por Seiji Tsunekawa (2015).

Si bien las fuentes secundarias mencionadas son un respaldo importante para este trabajo, su carencia de información sobre la Ingeniería Mecánica en específico, así como la naturaleza misma de este estudio, hicieron necesario el uso de fuentes primarias. No obstante, los documentos hallados acerca de aspectos didácticos, contenidos detallados de las clases, funciones específicas de los ingenieros y algunas instituciones en particular fueron pocos.

Por ello, y debido a que se buscó abarcar todo el periodo Meiji y un número considerable de instituciones, se optó por basar este estudio en la información contenida en los Catálogos (一

覧) publicados con regularidad por la mayoría de las instituciones del Ministerio de Educación (文部省) y algunas otras escuelas, muchos de los cuales son de fácil acceso, en especial en la Biblioteca Nacional de la Dieta de Japón (国立国会図書館). Estos proporcionan un panorama general de la trayectoria y el funcionamiento de las instituciones en cuestión, y se enfocan en información referente a sus planes de estudio, el personal académico, los estudiantes y los egresados, incluyendo algunas estadísticas.

Para la transliteración de las palabras en japonés, se usó el sistema de la American Library Association – Library of Congress,³ que en términos generales es el mismo que el estilo Hepburn modificado, y el usado en la tercera edición del *New Japanese-English Dictionary* de la editorial Kenkyūsha. Cuando se consideró que existía ambigüedad, se incluyó la escritura original en japonés. Para los *kanji* se ha usado su forma actual, es decir, el *shinjitai*. Los nombres de personas se escribieron según el orden usual del idioma español, es decir, primero el nombre propio y después el apellido.

En la mayoría de los casos, cuando existe una traducción al inglés de uso común, se eligió ésta como base de la traducción al español, aun en el caso de no ser la más literal. En los casos en los que es más frecuente el empleo de una transcripción que el de una traducción, se siguió dicha práctica, a pesar de la inconsistencia que esto pudiera representar.

³ <https://www.loc.gov/catdir/cpsd/romanization/japanese.pdf> (recuperado el 20 de agosto de 2019).

Capítulo 1: El camino hacia un sistema de educación tecnológica

1.1. Los cimientos del desarrollo tecnológico

Desde la llegada de los portugueses a Japón en 1543, la relación con Occidente fue compleja. Ellos habían llevado oportunidades comerciales, y mosquetes que muchos japoneses compraron y reprodujeron, pero también a misioneros que atentaban contra el sistema establecido, en particular por la obediencia que rendían los cristianos a autoridades extranjeras. Los portugueses habían llegado en una época de conflictos internos, que sólo terminaron cuando Ieyasu Tokugawa logró establecer un régimen dinástico duradero. A la etapa de dicho régimen, de 1603 a 1868, se le conoce como periodo Edo, por el nombre de la ciudad en que se asentó el poder político y militar.

Desde finales del siglo XII, la clase guerrera, es decir, la de los samuráis, había ascendido al poder *de facto*, dando lugar a una sociedad de características feudales gobernada por un líder militar denominado *shōgun*, a pesar de que nominalmente la soberanía recaía en el emperador (天皇). Los Tokugawa decidieron expulsar a los ibéricos, y establecer una política de aislamiento que limitó los contactos con el exterior a pueblos cercanos y a la Compañía Neerlandesa de las Indias Orientales. Asimismo, en continuidad con disposiciones anteriores, se restringió la movilidad social (según las cuatro clases de los samuráis, los campesinos, los artesanos y los comerciantes) y se limitó el uso de tecnología (armas, embarcaciones, etc.), cuando ésta pudiera usarse para atentar en contra del régimen en un momento dado.

Los extranjeros sólo podían habitar en sitios específicos. A los holandeses (que ocasionalmente llegaban con europeos de otras nacionalidades) se les asignó la isla artificial de Dejima, frente a la ciudad de Nagasaki, que se convirtió en un polo de conocimiento occidental, aunque siempre regulado por los Tokugawa, quienes controlaban dicho territorio. En dicha isla había pocas personas que contaban con conocimientos especializados, pero con cierta frecuencia llegaban expertos en algún tema, y no faltaron los japoneses que se acercaron a ellos para convertirse en sus discípulos.

Había además un gremio oficial de intérpretes, y con el tiempo se formó en Edo un grupo de maestros y aprendices japoneses dedicados a los “estudios holandeses” (蘭学), como se les llamaba a los estudios occidentales en general. Por otra parte, durante esta época circuló un número considerable de textos europeos, aunque a menudo se trataba de traducciones indirectas al japonés (desde el chino y no desde la lengua original), además de que tenían restricciones gubernamentales.

De cualquier manera, durante el periodo Edo los japoneses hicieron notables avances propios en las técnicas agrícolas, la manufactura, la ingeniería civil, el comercio, el transporte y la minería, y hubo una difusión considerable de los mismos entre la población. Un ejemplo es el perfeccionamiento del horno *tatara* empleado para fundir acero. Con base en esto, se desarrolló en Japón una amplia red de talleres especializados en técnicas de muy diversos tipos. Además, hubo un impulso creciente a la alfabetización, la educación formal (aunque una buena parte era sobre estudios chinos) y la industria editorial, incluso en los dominios feudales, que gozaban de una autonomía considerable, y muchos de los cuales establecieron su propio sistema educativo e industrial (Sugimoto y Swain, 1978, pp. 291-394).

Entre las instituciones que creó el *shogunato* Tokugawa durante el periodo Edo se encontró un Departamento de Astronomía (天文方), inaugurado en 1684 y que llegó a tener la facultad de autorizar las traducciones de libros occidentales. Dentro de éste se fundó en 1811 una oficina de traducción de “libros bárbaros” que se convirtió más tarde en el Bansho Shirabesho (蕃書調所). Por otra parte, a partir de 1786 aparecieron más de diez academias privadas de estudios holandeses en Edo, Kioto, Ōsaka, Sakura y Nagasaki (Dore, 1984, pp. 14-167).

Por otro lado, algunos estudiosos destacaron de manera individual en ámbitos que no eran muy populares en el Japón de la época. Un ejemplo fue Gennai Hiraga, quien incursionó en la literatura, la ciencia y la tecnología. Él logró reparar y más tarde reproducir, en 1776, un generador electrostático que un comerciante holandés le había presentado al *shōgun* dos años antes (Sugimoto y Swain, 1978, p. 297). Otro caso fue el de Hisashige Tanaka, quien se desempeñó originalmente como fabricante de instrumentos astronómicos. Posteriormente desarrolló una locomotora de vapor y varios modelos de autómatas (絡繰). Fundó también, en 1875, la empresa Tanaka Seisakusho (田中製作所), especializada en equipo telegráfico, que posteriormente formó parte de Toshiba (Nakaoka, 2006, p. 27).

Desde los primeros años del siglo XIX, los rusos, luego los británicos y después los estadounidenses empezaron a acercarse al territorio japonés, sobre todo con deseos de privilegios comerciales. Por otra parte, la Primera Guerra del Opio en China fue una advertencia importante de las intenciones de las potencias occidentales.

Ante esto, el interés por las armas de fuego resurgió. En la recta final del periodo Edo, los japoneses las importaron, repararon, reconstruyeron e imitaron en grandes cantidades. Esto significó la movilización de muchos artesanos con conocimientos de tecnologías

relacionadas, tanto tradicionales como occidentales. Muchos de ellos se incorporaron desde el inicio del periodo Meiji a la industria de la maquinaria, tanto en calidad de empleados como en talleres propios (Suzuki, 1996, pp. 16-17).

En diferentes sitios de Japón se comenzaron a construir hornos de reverbero, y se recurrió a textos europeos y a la asistencia de los holandeses de Dejima, y después de otros extranjeros. El primer prototipo fue producido en 1850 en el dominio de Saga, donde también se estableció una agencia de refinación (精錬方) en 1852, institución en la que participó Hisashige Tanaka (Nakaoka, 2006, p. 27).

1.2. La apertura de puertos y sus consecuencias

En 1853, el comodoro estadounidense Matthew C. Perry llegó a la bahía de Uraga para forzar a Japón a salir de su aislamiento e integrarse al sistema moderno de relaciones internacionales. Así, este país fue orillado a firmar en los años siguientes tratados desiguales con Estados Unidos, y después con otras potencias occidentales. Entre las condiciones de estos tratados estuvieron la extraterritorialidad, aranceles muy bajos para los productos extranjeros y la apertura de los puertos de Shimoda, Hakodate, Nagasaki, Yokohama, Kōbe y Niigata.

Como una de las reacciones defensivas ante este hecho, el gobierno Tokugawa abolió ese mismo año de 1853 la prohibición de construir embarcaciones grandes, que había promulgado en 1635, y flexibilizó otras normas semejantes. A su vez, el dominio de Mito construyó un astillero (造船所) en el distrito de Ishikawajima, en Tokio, por órdenes del *shogunato*.

En 1858, el diplomático inglés James Bruce negoció con el *shogunato* el Tratado de Amistad y Comercio Anglo-Japonés (日英修好通商条約). La comercializadora Jardine Matheson, que previamente se había establecido en Hong Kong y Shanghái, fue de las primeras que lo aprovechó (Brock, 1981, p. 229).

Los tratados desiguales atrajeron también a empresarios extranjeros que ofrecían servicios de reparación de barcos. Normalmente, eran talleres a cargo de un especialista extranjero, en donde se capacitaba y empleaba a artesanos japoneses para que llevaran a cabo el trabajo manual (Suzuki, 1998, pp. 48-58).

El *shogunato* estableció en 1855 el Centro de Entrenamiento Naval de Nagasaki (長崎海軍伝習所), al cual invitó a los oficiales holandeses Pels Rijcken y Willem Huysen van Kattendijke, que acudieron con un equipo de cincuenta y nueve instructores en total. Masaru Inoue, a quien se mencionará más adelante, estudió en esta institución antes de viajar a Inglaterra.

En la misma zona de Nagasaki se construyó un astillero donde este grupo de extranjeros y sus estudiantes japoneses comenzaron a construir barcos de vapor, con máquinas herramienta importadas. Este fue un paso importante en el establecimiento de la industria de la maquinaria en Japón. Parte del Centro de Entrenamiento se trasladó más tarde a Edo, creándose de esta manera el Centro de Entrenamiento Naval de Tsukiji (築地軍艦操練所). Ahí inició operaciones en 1861 una fundidora de hierro con equipo que había sido traído desde los Países Bajos.

En 1860, el gobierno Tokugawa organizó una embajada a los Estados Unidos, y en 1862 una a Europa. Ese mismo año, el gobierno Tokugawa envió a siete estudiantes a los Países Bajos

para que aprendieran sobre técnicas occidentales de navegación. No obstante, los japoneses se fueron dando cuenta de que el Reino Unido, Francia, Alemania y Estados Unidos se habían convertido en las principales potencias occidentales, por lo que empezaron a sustituir el aprendizaje del holandés por las lenguas de estos otros países, hacia donde además el *shogunato* comenzó a enviar estudiantes (Nakaoka, 2006, pp. 18-27).

El gobierno Tokugawa inició negociaciones con los franceses para recibir asistencia y entrenamiento militar. La colaboración con ellos se concretó en 1865 con la instalación en Yokohama de una fábrica siderúrgica (横浜製鉄所) y la apertura de una escuela de francés (横浜仏語伝習所), así como de un Centro de Entrenamiento Naval en Yokohama (横浜海軍伝習所) al año siguiente.

Siguiendo la sugerencia que Léon Roches, ministro francés enviado a Japón, le hizo al *shogunato*, se le encargó al ingeniero naval François Léonce Verny, de la misma nacionalidad, la construcción de otra fábrica siderúrgica, en Yokosuka, a menos de treinta kilómetros de Yokohama. Ésta fue inaugurada también en 1865, y cinco años después se convirtió en un astillero (横須賀造船所). Verny recibió además la encomienda de establecer en la misma zona el llamado Centro Educativo de Yokosuka (横須賀黌舎).

Los graduados de la escuela de francés de Yokohama podían inscribirse en un curso de contenido técnico (技術伝習所) en Yokosuka si pasaban un examen de admisión, mientras que quienes no lo eran podían recibir en el mismo centro una formación artesanal (職工伝習所). Muchos de los estudiantes tenían conocimientos previos de técnicas tradicionales japonesas. De cualquier modo, los cursos impartidos en las instituciones de educación tecnológica del periodo Edo eran prácticos y de nivel básico (De Maio, 1998, pp. 4-19).

Algunos dominios feudales tomaron la iniciativa al margen de los proyectos del *shogunato*. En Chōshū y Satsuma, en donde existía antagonismo contra los Tokugawa desde los tiempos de su ascenso al poder, recurrieron a la ayuda del escocés Thomas Blake Glover, empleado de Jardine Matheson, para enviar a estudiantes al extranjero, sin permiso del *shogunato*.

Hugh M. Matheson, encargado de los intereses de Jardine Matheson en Londres, logró que un grupo de jóvenes, posteriormente conocidos como los Cinco de Chōshū (長州五傑), entraran a estudiar en 1863 al University College de Londres, bajo la protección del químico Alexander William Williamson. Todos ellos se convirtieron después en figuras notables de la política y la industria en Japón. Uno de ellos, Yōzō Yamao, importante en esta investigación, se dirigió más tarde a Glasgow, donde trabajó en el astillero de Robert Napier⁴ and Sons, mientras asistía en las tardes a clases en el Anderson's College (Brock, 1981, p. 230).

Durante su viaje, estos cinco estudiantes pudieron percibir directamente el poder bélico de las potencias occidentales, al igual que la situación en la que se encontraban muchos territorios colonizados. Esto los llevó a otorgarle una gran importancia al desarrollo militar, y a que Japón mantuviera el control de su territorio e industria.

Por otro lado, la política de apertura de puertos decidida por el *shogunato* no había sido del agrado de todos. De hecho, cumpliendo con el edicto emitido en 1863 por el emperador Kōmei, que ordenaba la “expulsión de los bárbaros”, el *daimyō* (señor feudal) de Chōshū decidió abrir fuego contra cualquier barco que intentara cruzar el estrecho de Shimonoseki. Advertidos de esto por representantes de Jardine Matheson, dos de los cinco estudiantes,

⁴ Napier fue presidente de la Institution of Mechanical Engineers de Londres, fundada en 1847, entre 1863 y 1865.

Hirobumi⁵ Itō y Kaoru Inoue, decidieron regresar a Japón para advertir de la imprudencia de dicha decisión, aunque de todas maneras ya se había desatado un conflicto que terminó con la derrota de Chōshū.

Como se mencionará más adelante, Yamao e Itō jugaron un papel muy importante en la política industrial del periodo Meiji. Itō además fue la primer persona en convertirse en primer ministro de Japón (内閣総理大臣), en 1885, cargo que ocuparía cuatro veces durante su vida. Por su parte, Kaoru Inoue ocupó varios puestos de alto nivel durante el periodo Meiji, entre ellos los de ministro del Exterior (外務大臣), de Agricultura y Comercio (農商務), del Interior (内務) y de Finanzas (大蔵). Los otros dos estudiantes fueron Kinsuke Endō, más tarde encargado de la Casa de Moneda (造幣局), y Masaru Inoue,⁶ al frente de la Oficina de Ferrocarriles (鉄道局) por más de veinte años (Kashihara, 2018, pp. 19-197).

En 1865, Satsuma también envió a estudiantes al University College de Londres. Uno de ellos, Tomoatsu Godai, le compró a la compañía inglesa Platt Brothers⁷ la que sería la primera planta de hilado mecanizada de Japón, con la mediación de Glover. Dicha maquinaria fue instalada en Kagoshima en 1867 para producir algodón. Otro de estos estudiantes fue Arinori Mori, quien más tarde estaría al frente del Ministerio de Educación (Nakaoka, 2006, p. 11).

⁵ En ese entonces se llamaba Shunsuke.

⁶ En ese entonces llamado Yakichi Nomura.

⁷ Fundada en 1770 en el pueblo de Oldham, en el condado de Lancashire. A finales del siglo XIX, era el mayor fabricante de maquinaria textil a nivel mundial.

1.3. El cambio de era y el Ministerio de Obras Públicas (工部省)

Además de las presiones externas para abrirse al mundo y encontrarse con la modernidad, así como las controversias que esto provocó dentro de Japón, había una crisis interna que se fue agudizando con el tiempo. Aunado a fenómenos tales como hambrunas, existía un descontento motivado por el empobrecimiento de algunos y el trastorno del orden social que representaba que otros, pertenecientes a las clases supuestamente más bajas, se enriquecieran en detrimento de la clase guerrera. Se generó y cundió una fuerte expectativa de cambio. Algunos samuráis se organizaron para influir en los distintos actores políticos; otros convocaron incluso a la gente común para unirse a enfrentamientos armados, en los cuales se utilizaron también nuevas tecnologías. El último *shōgun*, Yoshinobu Tokugawa, renunció a su cargo en noviembre de 1867.

El mes siguiente, los ejércitos de Satsuma y Chōshū tomaron el control del Palacio Imperial. En enero de 1868 presionaron a Mutsuhito, emperador en turno, para que anunciara una “restauración imperial”, lo que significaría a partir de entonces su preeminencia en la vida nacional, aunque sólo como símbolo visible y legitimador de las decisiones de una oligarquía centralizadora. A esta nueva etapa se le llamó periodo Meiji, por el nombre póstumo de dicho emperador.

Los líderes que encabezaron dicha restauración progresaron en el control militar del territorio japonés, y en abril de 1868 Mutsuhito promulgó en el Palacio Imperial de Kioto el Juramento de Cinco Artículos (五箇条の御誓文), en el que estipuló una ruptura con el pasado, destacando la importancia de las leyes, de la participación en libertad de todos los grupos sociales en los asuntos públicos y de su discusión en asambleas, y de la búsqueda del conocimiento por todo el mundo para fortalecer los cimientos del imperio.

La primera potencia extranjera que reconoció al gobierno Meiji fue el Reino Unido. El cónsul Harry Smith Parkes, quien llegó a Japón en 1865 y había mantenido una posición neutral en el conflicto entre el *shogunato* y las fuerzas proimperiales, le presentó sus credenciales al emperador en mayo de 1868.

Los cargos de poder del *shogunato* se abolieron, y nobles de la corte imperial y samuráis de dominios influyentes ocuparon los puestos más importantes del nuevo gobierno, que se propuso iniciar una reforma administrativa. A Edo se le dio el nombre de Tokio,⁸ y el emperador se trasladó desde Kioto a esta ciudad. Durante los años siguientes, el sistema de dominios feudales fue reemplazado por el de prefecturas, se eliminaron los estamentos (y por lo tanto la clase de los samuráis) y se crearon un ejército y una marina de guerra profesionales y centralizados.

Se emprendió un proyecto de transformación de Japón, que para entonces contaba con alrededor de treinta y cinco millones de habitantes, orientado a una modernización al estilo de las potencias occidentales, que comprendía, por supuesto, un ambicioso proyecto de construcción de infraestructura. Para todo ello, durante el periodo Meiji se contrató a miles de extranjeros expertos en distintas áreas, cuyos sueldos podían compararse con los de los más altos oficiales del gobierno.

Japón inició el periodo Meiji con muchos recursos materiales de la época anterior, aunque también heredó deudas. Una de las primeras acciones de los nuevos dirigentes fue confiscar las minas y las fábricas que operaba el *shogunato*. Entre otras instalaciones industriales, se expropiaron las minas de oro de Sado, las de plata de Ikuno, las de carbón de Miike, las

⁸ Que significa literalmente “capital del Este”.

fábricas siderúrgicas de Kamaishi,⁹ Yokohama y Tsukiji, los astilleros de Nagasaki y Yokosuka y la planta de algodón de Kagoshima mencionada anteriormente.

Para diseñar e implementar una política industrial, en 1870 se creó el Ministerio de Obras Públicas. Para ello se consultó con Edmund Morel, ingeniero británico que había sido contratado por el gobierno Meiji para supervisar la construcción de ferrocarriles en Japón. Él había llegado por recomendación del cónsul Parkes. En un principio, el puesto de ministro (工部卿) estuvo vacante. Hirobumi Itō fue nombrado viceministro (大輔), por lo que en la práctica quedó a cargo del Ministerio. Yōzō Yamao¹⁰ y Masaru Inoue quedaron como jefes de sección (権大丞). Itō fue ascendido al puesto de ministro en 1873, el cual ocupó durante cinco años. Fue sucedido por Kaoru Inoue. Más tarde, Yamao también estuvo en este puesto, y Masaru Inoue fungió como viceministro (Wada, 2013, pp. 22-28).

La política de industrialización implementada incluyó además el establecimiento de proyectos nuevos,¹¹ préstamos a inversionistas y la formación de redes de ferrocarriles, correos y telégrafos controladas por el gobierno. Por su parte, algunos empresarios, entre quienes el más destacado fue Eiichi Shibusawa, comenzaron a integrar sociedades por acciones y bancos comerciales desde los primeros años del periodo Meiji, lo cual favoreció un desarrollo industrial más acelerado. En 1882 se fundó un banco central.

Inicialmente, el programa de industrialización del gobierno en turno incluyó la importación de cantidades considerables de maquinaria y otros bienes de capital. Esto se sumó a la compra

⁹ En este sitio, en la prefectura de Iwate, el aprendiz de “estudios holandeses” Takatō Ōshima construyó en 1857 un alto horno. Posteriormente participó en la Misión Iwakura, de la cual se hablará más adelante.

¹⁰ A partir de su regreso a Japón, en 1868, había quedado a cargo del astillero de Yokosuka.

¹¹ Además de las instalaciones asociadas con la fabricación de maquinaria, de las que se hablará posteriormente, un ejemplo es la Cementera Fukawa (深川セメント製造所), creada en 1872 por el Ministerio de Finanzas, y bajo el control del Ministerio de Obras Públicas desde 1874. Diez años después, Shōichirō Asano, quien era proveedor de coque de dicha cementera, la compró con ayuda de Eiichi Shibusawa.

de productos manufacturados tales como textiles de algodón y lana, que había comenzado en el periodo Edo. La mayor parte de las importaciones provenía originalmente de Gran Bretaña, mientras que el destino principal de las exportaciones japonesas era Estados Unidos, que compraba sobre todo productos naturales como seda y té. Casi todo este comercio era manejado por compañías extranjeras y transportado en sus barcos.

Cuando empezó el periodo Meiji, el monto de las importaciones superaba al de las exportaciones, por lo que la sustitución de las primeras se volvió una prioridad nacional. El gobierno buscó que los japoneses se familiarizaran con la producción industrial, se entrenaran en labores especializadas y se acumulara la experiencia que hacía falta. Para ello, mantuvo en operación sus minas y fábricas durante periodos de cuantiosas pérdidas.

1.4. El Colegio Imperial de Ingeniería

La educación tecnológica era fundamental para acelerar el desarrollo de la industria japonesa en la política del Ministerio de Obras Públicas. El primer proyecto del periodo Meiji de este tipo fue una escuela orientada a la construcción de faros. El cónsul Parkes le había insistido al gobierno sobre la necesidad de éstos, para garantizar un comercio seguro con el Reino Unido. Para construirlos, se contrató en 1868 al ingeniero escocés Richard Henry Brunton, que se convirtió en el primer asesor extranjero del nuevo gobierno. En realidad, ésta no era su especialidad, pues hasta ese entonces más bien se había desempeñado en el ramo ferroviario.

Brunton convenció al gobierno sobre la creación de una escuela especializada en técnicas de construcción, enfocada en el entrenamiento práctico. Ésta se estableció en 1870 en

Yokohama, y quedó a cargo del Ministerio de Obras Públicas. Se denominó Escuela Técnica de la División de Faros (燈台寮修技校) (De Maio, 1998, pp. 20-35).

Sin embargo, Itō y Yamao consideraban que era necesario fundar una institución que ofreciera una formación más sólida y completa, es decir, para la enseñanza de la Ingeniería propiamente dicha. Así, en abril de 1871, ambos le presentaron al gobierno una propuesta para la creación de dicha institución. En la propuesta se afirmaba: “Si se adopta este plan [...], nuestra nación alcanzará la civilización, se ubicará en el mismo lugar que otras naciones y mantendrá su fuerza y prosperidad [...]. Así, la autoridad del emperador brillará más allá de nuestro territorio, y toda la población disfrutará de los grandes beneficios del progreso”¹² (Kyū Kōbu Daigakkō Shiryō Hensankai, 1932, pp. 4-5).

Más tarde ese mismo año, Itō se unió en calidad de subdelegado (副使)¹³ a la Misión Iwakura, que se dirigía a Estados Unidos y Europa, y sobre la que se comentará después más ampliamente. Yamao quedó entonces a cargo del proyecto de creación de la institución educativa mencionada. En vez de pensar que no tenía sentido formar ingenieros debido a que no había una industria que los pudiera emplear, él afirmaba: “Aún si actualmente no existe una industria en Japón, si entrenamos a un hombre, él cultivará una industria”.¹⁴ Él además fundó en 1879 lo que es actualmente la Federación Japonesa de Sociedades de Ingeniería (日本工学会), y fungió como su presidente durante treinta y seis años. El emperador Akihito citó esa frase de Yamao en la ceremonia celebrada por el centenario de dicha Federación (Ohashi, 2004, p. 2).

¹² Traducción propia.

¹³ Toshimichi Ōkubo y Takayoshi Kido también viajaron como subdelegados.

¹⁴ Traducción propia.

El establecimiento de la institución educativa en cuestión fue aprobado en febrero de 1872. Para cumplir con su cometido, Yamao recurrió una vez más a la ayuda de Hugh M. Matheson. La siguiente narración, hecha por este escocés en un discurso en su tierra natal en 1882, da cuenta de la ruta elegida para el proyecto de la institución planeada:

[...] Varios de quienes son ahora miembros prominentes de ese gobierno [de Japón] habían sido puestos bajo mi cuidado en una etapa temprana. Un año después de su regreso a su país, y cuando ocurrió la revolución que abolió a los *daimyōs* y estableció un gobierno parcialmente constitucional, varios de mis amigos se convirtieron en ministros de estado y me pidieron que los ayudara para fundar en Tokio, la capital de Japón, una institución en la que se entrenara a jóvenes para que sirvieran de manera eficiente en el Ministerio de Obras Públicas [...]. Esta comisión representaba mucha responsabilidad, pero no rehuí ante ella, y después de consultar con un amigo ilustre, el ya finado Prof. Lewis Gordon, presenté el esquema de un colegio con un director y media docena de profesores [...]. Fui afortunado de recibir el consejo del difunto Prof. [William John] Macquorn Rankine de Glasgow de elegir como director [都検] a un joven de 24 años, Henry Dyer (Kyū Kōbu Daigakkō Shiryō Hensankai, 1932, 49-50).¹⁵

Gordon había sido el primer Profesor de Ingeniería de la Universidad de Glasgow, de 1840 a 1855. Después se desempeñó de tiempo completo como consultor en ingeniería, y estableció muchas conexiones en el sector industrial de Glasgow y Londres. En particular, era amigo cercano de Robert Napier. Cuando Itō visitó Inglaterra como parte de la Misión Iwakura, Hugh M. Matheson le presentó a Gordon.

¹⁵ Traducción propia.

Cuando ambos le solicitaron su consejo a Gordon, éste los condujo con William Rankine, quien había sido su alumno y después había ocupado su puesto en la Universidad de Glasgow. Él, a su vez, recomendó a Henry Dyer, uno de sus mejores alumnos, graduado pocos años antes. Dyer había recibido la beca Whitworth en 1868, el año en que empezó a estudiar en la Universidad de Glasgow. Dicha beca había sido creada ese mismo año por el empresario inglés Joseph Whitworth¹⁶ para impulsar la incipiente educación en Ingeniería en Gran Bretaña. Dyer había estudiado previamente en el Anderson's College, en la misma época que Yamao. Durante sus estudios en esta institución, Dyer había sido aprendiz del ingeniero escocés Alexander Carnegie Kirk¹⁷ (De Maio, 2003, pp. 190-193).

Dyer era joven y tenía poca experiencia, pero desde antes de ser recomendado para trabajar en Japón tenía un particular interés en la enseñanza de la Ingeniería, y había dedicado parte de su tiempo a leer sobre los sistemas de Gran Bretaña y de otros países. Una de las publicaciones al respecto que circulaban en ese entonces era un reporte comisionado por la Institution of Civil Engineers¹⁸ de Londres y publicado en 1870, con comentarios de Fleeming Jenkin,¹⁹ profesor de Ingeniería de la Universidad de Edimburgo, quien había escrito otros textos sobre el tema. El reporte contenía también los planes de estudio de instituciones como la Escuela Politécnica Federal de Zúrich (Eidgenössische Technische Hochschule Zürich) (Brock, 1981, pp. 230-232).

¹⁶ Presidente de la Institution of Mechanical Engineers entre 1856 y 1857, y entre 1865 y 1866. Su sistema de becas sigue existiendo actualmente, bajo la administración de dicha institución.

¹⁷ Egresado de la Universidad de Edimburgo. Trabajó en el astillero de Robert Napier y fue presidente de la Institution of Engineers and Shipbuilders in Scotland entre 1887 y 1889.

¹⁸ Fundada en 1818.

¹⁹ Famoso por haber inventado el teleférico.

Silvana De Maio (2003, pp. 185-188) comenta que, a pesar de las grandes transformaciones que tuvieron lugar en Gran Bretaña como producto de la Revolución Industrial, no fue ahí donde primero se estableció un sistema de educación superior tecnológica, debido al énfasis que se ponía en el entrenamiento práctico, como parte de las actividades de las empresas. Si bien en las primeras décadas del siglo XIX hubo algunos proyectos al interior de universidades, como el caso de Durham en 1838, no sobrevivieron. Por mucho tiempo, la enseñanza de la ingeniería más bien corría a cargo de las iniciativas relativamente aisladas de algunos profesores.

Entre estos casos se encontraba la filosofía educativa de los profesores Rankine y Jenkin, semejantes entre sí en el sentido de que ambos concebían la Ingeniería como la “economía aplicada a la ciencia”. Buscaban un balance entre la teoría y la práctica, y consideraban que el objetivo de su estudio debía ser la reducción progresiva de los costos de producción.

En Francia, en cambio, sí había un sistema educativo más sofisticado. Ejemplos de esto eran la Escuela Nacional de Puentes y Caminos (École Nationale des Ponts et Chaussées), fundada en 1747, y la Escuela Politécnica (École Polytechnique), creada en 1795. La enseñanza estaba orientada a la teoría y a aplicaciones civiles. Se le otorgaba importancia a la exhibición de equipo y maquinaria en museos; más tarde aparecieron los laboratorios. Estas instituciones no habían convertido a Francia en la mayor potencia industrial a nivel mundial, pero sus defensores argumentaban que en la industria francesa se hacía un uso más eficiente de los recursos que en la británica.

En lugares como Viena, Hannover, Berlín, Karlsruhe y Stuttgart²⁰ se empezaron a fundar otras instituciones imitando el modelo de la Escuela Politécnica francesa. En 1855 se estableció la Escuela Politécnica Federal de Zúrich, que aunque tenía la influencia de la Escuela Politécnica francesa, había incorporado una perspectiva más humanista, al incluir materias como Economía Política, Historia y Literatura.

Sobre el caso de Estados Unidos, Seiji Tsunekawa (2015, p. 18) comenta que, si bien es cierto que Estados Unidos se convirtió en el líder tecnológico del siglo XX, en tiempos de la Revolución Industrial estaba muy atrasado con respecto de Inglaterra. Según este investigador, la enseñanza de la Ingeniería en Estados Unidos se inició en la Academia Militar de West Point, fundada en 1802 con base en la educación francesa. Sin embargo, fue hasta la década de 1860 en que la educación técnica estadounidense se empezó a desarrollar verdaderamente, con la creación de instituciones como el Instituto Tecnológico de Massachusetts.

Volviendo al tema del proyecto del establecimiento de un colegio para la enseñanza de la Ingeniería en Japón, tan pronto Dyer aceptó el puesto de director de la nueva institución, Yamao le dio instrucciones para que diseñara su plan de trabajo. Una vez terminado éste, fue también el encargado de autorizarlo. Cabe mencionar que, después de su regreso a Gran Bretaña, Dyer reconocía como una influencia importante lo que conocía de la Escuela Politécnica Federal de Zúrich, aunque inevitablemente también había incluido elementos de su propia formación. La escuela se llamó Kōgakuryō (工学寮),²¹ e inició operaciones en

²⁰ Antes que éstas, todavía en el siglo XVIII, se fundó la Escuela de Minas de Freiberg (Bergakademie Freiberg), en 1765 en Alemania, y el Colegio de Ingeniería de Guindy, en 1794 en India. El propósito de esta última institución era el de cubrir la demanda de personal técnico de la Compañía Británica de las Indias Orientales.

²¹ Literalmente, División de Ingeniería.

1873. Al año siguiente, la Escuela Técnica de la División de Faros se integró al Kōgakuryō, que a partir de 1877 recibió el nombre de Colegio Imperial de Ingeniería.

En 1882, Dyer regresó a Gran Bretaña. Desde Glasgow, representó los intereses del gobierno japonés y apoyó a los becarios que enviaba. De hecho, entre 1880 y 1912, alrededor de sesenta japoneses en total estudiaron en la Universidad de Glasgow (Checkland, 1989, p. 140). Asimismo, Dyer se involucró en la administración de varias instituciones educativas, que al fusionarse se convertirían en el Glasgow and West of Scotland Technical College, actualmente Universidad de Strathclyde. Ahí impulsó que se establecieran planes de estudio similares a los que había diseñado para el Colegio (Brock, 1981, p. 238).

En un principio, el progreso de los proyectos industriales promovidos por el gobierno Meiji fue lento, y por lo tanto muy costoso, debido a factores como los elevados sueldos de los asesores extranjeros y una considerable ineficiencia en las fábricas. Ésta, a su vez, se debía a la falta de experiencia y de competitividad del sector productivo de la época. Por ello, era difícil mantener por mucho tiempo el tipo de impulso que el gobierno había decidido proporcionarle a la industria desde su llegada al poder.

Ante esta situación, y como se verá en el Capítulo 3 para el caso de la industria de la maquinaria, el Ministerio de Obras Públicas fue transfiriendo algunas de sus instalaciones industriales a las fuerzas armadas, y otras las vendió al sector privado a precios bajos, sobre todo en los años alrededor de 1885. Muchas de éstas fueron compradas por empresas que se convirtieron en grandes consorcios de los denominados *zaibatsu*, las cuales adquirieron un control considerable de múltiples sectores de la industria y la economía de Japón, financiados por instituciones bancarias propias. Entre las más importantes, cabe mencionar a Mitsubishi (三菱商会) y a Mitsui (三井物産).

El Ministerio de Obras Públicas desapareció en 1885, y la política industrial en general que se había seguido hasta entonces quedó desarticulada. El Colegio Imperial de Ingeniería también desapareció como institución independiente, y fue absorbido por el Ministerio de Educación. La mayoría de las funciones del Ministerio de Obras Públicas fueron asumidas por el Ministerio de Agricultura y Comercio (農商務省), y el de Comunicaciones (逓信省). De cualquier forma, el desarrollo industrial continuó, y la balanza comercial exterior se invirtió y dejó de ser desfavorable para Japón hacia 1890 (Wada, 2013, pp. 93-97).

1.5. La Misión Iwakura y el Ministerio de Educación

El gobierno japonés también recurrió a la asesoría de expertos extranjeros para la adopción y adaptación de modelos occidentales en el sistema de educación básica. Aunque para ésta se eligió la administración centralizada del sistema educativo francés, el modelo estadounidense fue la base de los planes de estudio, de enfoque más bien utilitario.

Para ello, cuando se estableció el Ministerio de Educación, Arinori Mori, entonces en el cargo de embajador en Estados Unidos, invitó en 1871 al estadounidense Marion McCarrell Scott a Japón, para que enseñara inglés en la Escuela Universitaria del Sur (大学南校), mencionada más adelante. En 1872 se fundó la Escuela Normal Superior de Tokio (東京師範学校), y Scott comenzó a impartir clases ahí, además de ser designado responsable del diseño de los planes de estudio y métodos de enseñanza de dicha institución.

Por otro lado, el ingeniero y misionero holandés Guido Verbeck (1830-1898), quien desde 1864 había impartido clases en el Kaiseijo (開成所), institución sucesora del Bansho Shirabesho, le sugirió al gobierno Meiji organizar un viaje para negociar los tratados

desiguales que se habían firmado con las potencias occidentales durante las últimas décadas del periodo Edo, y para estudiar los modelos políticos, militares, industriales y educativos de Europa y Estados Unidos. Dicho viaje se llevó a cabo, entre 1871 y 1873, y fue encabezado por el noble de la corte Tomomi Iwakura.

Aunque este viaje, conocido como la Misión Iwakura, no tuvo éxito en la negociación de los tratados, fue muy importante en el proceso de selección de modelos occidentales, según la percepción del nivel de avance de cada país en cada área y de lo que se consideraba como necesario para ser aplicado en Japón. Como ya se mencionó, Hirobumi Itō fue uno de los participantes. Algunos de los miembros de la misión regresaron en 1873, poco antes de la apertura del Colegio Imperial de Ingeniería, mientras que otros permanecieron más tiempo en el extranjero, como en el caso de jóvenes que se quedaron a estudiar en Estados Unidos durante muchos años.

La misión visitó muchas instituciones educativas, incluyendo la Academia Militar de West Point, las Universidades de Cambridge, Oxford, Glasgow y Edimburgo, la Escuela Nacional de Puentes y Caminos, y la Escuela Superior de Minas de París (École Nationale Supérieure des Mines de Paris).²² De esta manera, el gobierno Meiji pudo basar sus decisiones sobre el desarrollo del sistema educativo japonés no sólo en información de segunda mano, sino también en observaciones directas (De Maio, 1998, pp. 191-198).

Fujimaro Tanaka, integrante de la Misión Iwakura, y quien sería ministro de Educación entre 1874 y 1880, invitó a Japón al estadounidense David Murray, anteriormente director de The Albany Academy y profesor del Rutgers College, en Nueva Jersey. Murray trabajó en el

²² Fundada en 1783.

Ministerio de Educación entre 1873 y 1879, en el desarrollo de un sistema nacional japonés de educación básica, que por buena parte del periodo Meiji comprendió cuatro años de enseñanza obligatoria.

Fujimaro realizó más visitas a Estados Unidos, y en una de ellas se acercó a Julius Hawley Seeyle, presidente del Amherst College, en Massachusetts, para solicitarle asesoría en el diseño de planes de estudio para la educación básica. Seeyle le recomendó a George Adams -Leland, egresado del Amherst College, quien trabajó en dicho proyecto en Japón entre 1878 y 1881.

En lo que se refiere a la educación especializada, algunas de las instituciones del periodo Edo desaparecieron, como fue el caso del Departamento de Astronomía. Otras, en cambio, continuaron funcionando, aunque sufrieron transformaciones. El Kaiseijo se fusionó con una academia de raíces confucianas llamada Shōheikō (昌平黌) y con una escuela de Medicina, para formar una nueva institución que en 1870 fue denominada Universidad (大学). A la sección correspondiente al Kaisejo se le llamó Escuela Universitaria del Sur. Fue encabezada, en calidad de jefe de profesores (教頭), por Guido Verbeck. Uno de sus estudiantes en esta institución, Takatō Ōki, quedó a cargo del Ministerio de Educación cuando fue creado, en 1871. La Universidad quedó bajo la jurisdicción de este ministerio.

Dicha Universidad, con sus tres instituciones constitutivas, sirvió de base para que en 1877 se estableciera la Universidad de Tokio (東京大学). Desde el principio existió ahí un Departamento de Ciencias (理科学部), más tarde llamado Facultad de Ciencias (理科大

学).²³ En un principio estuvo integrado por ocho secciones: Matemáticas, Física, Astronomía, Química, Biología, Ingeniería (工学科), Geología y Metalurgia. La de Ingeniería incluía dos especialidades: Civil y Mecánica (機械工学). Esta Facultad se independizó en 1885 para conformar el Departamento de Artes Industriales (工芸学部). La Universidad de Tokio fue llamada Universidad Imperial (帝国大学) a partir de 1886. Ahí se creó una Facultad de Ingeniería (工科大学), conformada por la unión del Departamento de Artes Industriales y el Colegio Imperial de Ingeniería.

En 1881 se fundó la Escuela Vocacional de Tokio (東京職工学校), cuyo objetivo principal era el de entrenar a artesanos en técnicas occidentales y proporcionarles bases científicas. Esta institución se convirtió en la Escuela Industrial Superior de Tokio (東京高等工業学校) en 1901.

Por otra parte, el aumento de los impuestos para financiar la construcción de escuelas de nivel básico provocó la oposición de diversos grupos locales, y el funcionamiento de dichas escuelas tardó más de lo planeado. No obstante, en 1886 se emitió un decreto para la creación de escuelas de nivel medio (中学校令), y en 1894 otro para instituciones “superiores” (高等学校令), que funcionaron como escuelas preparatorias de la Universidad Imperial, pero en las que también se fueron estableciendo secciones independientes de educación especializada. Dos de las Escuelas Superiores, la Tercera (第三高等学校), ubicada en Kioto, y la Quinta

²³ A pesar de ser parte de una Universidad (大学), a las Facultades se les denominaba en japonés de la misma forma.

(第五高等学校), con sede en Kumamoto, contaron con secciones de Ingeniería a partir de 1894 y 1897, respectivamente.

Como quedó explícito en el Edicto Imperial de Educación (教育に関する勅語) de 1890, el objetivo principal del proyecto educativo era la formación de súbditos leales que fueran capaces de impulsar la prosperidad del Imperio Japonés. En 1900, la educación básica se volvió gratuita, y a partir de 1908 la educación obligatoria fue de seis años y los libros de texto se estandarizaron. A principios del siglo XX, la alfabetización y la cobertura de la educación básica en Japón era de más del 90% (Duke, 2009, pp. 77-362).

1.6. El imperialismo japonés y la expansión del sistema de educación tecnológica

El gobierno Meiji no sólo emuló a las potencias occidentales en sus modelos institucionales, sino también al buscar extender su esfera de influencia, tanto por razones estratégicas como para obtener recursos naturales, de los cuales carecía, y mano de obra barata. Para ello, convirtió al enriquecimiento del país y al fortalecimiento militar en sus prioridades.²⁴

Japón ocupó zonas que siguen siendo parte de su territorio, como Hokkaidō y las Islas Ryūkyū (hoy Okinawa), así como las Islas Kuriles, administradas actualmente por Rusia. También comenzó a ejercer influencia en la península coreana. Japón empleó la diplomacia de cañonero (de la que había sido objeto dos décadas atrás) para forzar a los coreanos a firmar el Tratado de Kanghua en 1876. Se abrieron así tres puertos para el comercio con los japoneses y se les otorgó jurisdicción extraterritorial.

²⁴ Como síntesis de ello, recuperó la frase de origen chino “fukoku kyōhei” (富国強兵) y la usó como eslogan. Otras consignas que expresaban los proyectos del gobierno eran “civilización e ilustración” (文明開化) y “promoción de la industria” (殖産興業).

Surgió entonces un conflicto de intereses con China por la presencia de ambos países en la península, el cual escaló hasta convertirse en guerra en 1894. Los japoneses ya podían competir con los chinos para entonces, y de hecho vencieron a la dinastía Qing. Según lo establecido en el Tratado de Shimonoseki (下関条約), firmado en 1895, China tuvo que ceder la isla de Taiwán y las islas Pescadores. Además, pagó una indemnización, que el gobierno japonés invirtió en su ejército y en la llamada Fábrica Siderúrgica (製鉄所).²⁵

En 1904, la competencia por ejercer autoridad en la península coreana, y ahora también en el norte de China, desencadenó otra guerra, esta vez entre Japón y Rusia. El año siguiente, los japoneses fueron los vencedores, aunque sin un margen amplio. Rusia tuvo que evacuar las tropas que tenía estacionadas en Manchuria, y cederle a Japón dos puertos y una línea ferroviaria bajo su control en esa zona.

En 1906 se creó el Ejército de Kwantung (関東軍), para el resguardo de dichas adquisiciones, y la Compañía del Ferrocarril del Sur de Manchuria (南滿州鉄道), también conocida como Mantetsu. Por otro lado, en 1905 Japón convirtió a Corea en un protectorado y en 1910 la anexó a su territorio. Estas políticas de expansión se situaron en el contexto mundial del llamado “Nuevo Imperialismo”, y la competencia entre las grandes potencias por el control de los continentes asiático y africano (Beasley, 1987, pp. 41-93).

Los japoneses persiguieron sus intereses de manera implacable en los territorios que fueron ocupando, en detrimento de las poblaciones locales. No obstante, tanto el desarrollo militar

²⁵ Más tarde llamada Fábrica Siderúrgica de Yahata (o Yawata), por el nombre del pueblo en donde se ubicaba, en la actual ciudad de Kitakyūshū.

como los recursos materiales y humanos que ahí explotaron fueron un estímulo fundamental para la industria japonesa (Yamamura, 1977, pp. 113-135).

El dinamismo ideológico, económico e industrial generado por estas circunstancias fue el telón de fondo para que en el transcurso del periodo Meiji surgieran muchos proyectos educativos de todo tipo, en todos los niveles escolares. Además de los de carácter público, tanto civiles como militares, los hubo encabezados por empresarios, mujeres, misioneros extranjeros y personas con ideas políticas contrarias a las del gobierno.

Por otro lado, el programa de envío de estudiantes a países occidentales que había iniciado en el periodo Edo continuó: entre 1885 y 1912, cerca de mil estudiantes japoneses realizaron estudios en el extranjero, dos tercios de los cuales se especializaron en ciencia, ingeniería o medicina. Entre ellos destacan algunos que estudiaron con las máximas figuras de la época, como los cerca de veinte japoneses que estudiaron entre 1878 y 1898 con William Thomson, Lord Kelvin²⁶ en la Universidad de Glasgow (Latimer, 2008, pp. 220-221), y aquéllos cuyos nombres se aprecian en la Tabla 1.1.

Este tipo de formación permitió que en Japón se tuviera noticia de los últimos avances a nivel mundial. Cuando el sistema educativo de Japón fue capaz de formar a sus propios profesores y especialistas, los números de estudiantes en el extranjero, cuya manutención suponía un costo elevado para el gobierno, fueron disminuyendo.

²⁶ Kelvin incursionó de manera notable en la Termodinámica, así como en otras ramas de la Física pura y aplicada. Tuvo gran renombre durante su vida. La escala absoluta de temperatura que lleva su nombre es una de sus muchas contribuciones. Cabe mencionar que Thomas Lomar Gray, profesor de Telegrafía del Colegio Imperial de Ingeniería, fue asistente de Kelvin. William Edward Ayrton, quien fungió como profesor de la misma materia, fue su alumno. Al igual que Kelvin, Ayrton fue presidente de la Institution of Electrical Engineers de Londres y miembro de la Royal Society.

Tabla 1.1. Estudiantes japoneses y sus mentores de fama internacional

Estudiante	Profesor	Institución	Disciplina
Hisashi Terao	Félix Tisserand	La Sorbona	Astronomía
Shibasaburō Kitasato	Robert Koch	Universidad de Berlín	Bacteriología
Chiyomatsu Ishikawa	August Weismann	Universidad de Friburgo	Biología
Kōtarō Honda	Gustav Tammann	Universidad de Gotinga	Física
Jun Ishihara	Albert Einstein	Universidad de Zúrich	Física
	Arnold Sommerfeld	Universidad de Múnich	
Hantarō Nagaoka	Ludwig Boltzmann	Universidad de Viena	Física
	Hermann von Helmholtz	Universidad de Berlín	
	Max Planck	Universidad de Múnich	
Ta'ichi Kitajima	Emil von Behring	Universidad de Marburgo	Fisiología
Nagayoshi Nagai	August Wilhelm von Hofmann	Universidad de Berlín	Química
Masanori Ogata	Max Joseph von Pettenkofer	Universidad de Múnich	Química
Jōji Sakurai	Alexander William Williamson	University College de Londres	Química
Yūji Shibata	Georges Urbain	La Sorbona	Química
	Alfred Werner	Universidad de Zúrich	
Kōtarō Shimomura	Ira Remsen	Universidad Johns Hopkins	Química

Fuente: Bartholomew, 1989, p. 75.

En 1888, Arinori Mori, en calidad de ministro de Educación, creó el grado de doctor (博士), otorgado a un académico por sus pares en virtud de contribuciones significativas a un campo de estudio. De 1,360 doctores nombrados entre el año de la creación del grado y 1920, 366 fueron otorgados a ingenieros (Bartholomew, 1989, pp. 51-95).

El desarrollo industrial de Japón, en buena medida impulsado por las actividades de las fuerzas armadas, hizo que aumentara la demanda de ingenieros. En 1897 se creó una segunda universidad imperial, en Kioto, la cual contó desde ese mismo año con una Facultad de Ciencias e Ingeniería (理工科大学), primera Facultad en ser inaugurada en esta institución.

La Universidad Imperial recibió a partir de entonces el nombre de Universidad Imperial de Tokio (東京帝国大学).²⁷ La Universidad Imperial de Kioto (京都帝国大学)²⁸ inició

²⁷ En 1947, su nombre volvió a ser Universidad de Tokio.

²⁸ En 1947 se convirtió en la Universidad de Kioto.

labores el siguiente año con las carreras de Matemáticas, Física, Química, Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica, Minería y Metalurgia. En 1901 se transfirió a esta Universidad el Departamento de Ingeniería de la Tercera Escuela Superior, ubicada también en Kioto.

En diferentes lugares de Japón se establecieron instituciones educativas relacionadas con la industria. Por otro lado, como una medida más para elevar y estandarizar el nivel de enseñanza de Japón, y en particular para que el número de tecnólogos en el país aumentara, en 1903 se promulgó el Decreto de las Escuelas Especializadas (専門学校令).

Con base en éste, y con la Escuela Vocacional de Tokio como antecedente, durante el periodo Meiji existieron bajo la jurisdicción del Ministerio de Educación siete instituciones llamadas Escuelas Industriales Superiores, en Tokio,²⁹ Ōsaka,³⁰ Kioto,³¹ Nagoya,³² Kumamoto,³³ Sendai y Yonezawa.³⁴ Además de estas, el gobierno fundó la Escuela Especializada en Minería de Akita (秋田鉱山専門学校).³⁵ Algunas fueron transformaciones de instituciones establecidas previamente, mientras que otras se crearon desde un inicio como tales (Sakai, 2004, pp. 60 y 66). Así, las instituciones de educación tecnológica estaban distribuidas a lo

²⁹ La Escuela Industrial Superior de Tokio se convirtió en 1929 en el Instituto Tecnológico de Tokio (東京工業学校).

³⁰ En 1929 se convirtió en el Instituto Tecnológico de Ōsaka (大阪工業学校), institución diferente de la que actualmente lleva ese nombre, y en 1933 pasó a formar parte de la Universidad Imperial de Ōsaka, que a su vez se convirtió en 1947 en la Universidad de Ōsaka.

³¹ El nombre de esta institución era Escuela Superior de Artes Industriales de Kioto (京都高等工芸学校). En 1944 se convirtió en la Escuela Industrial Especializada de Kioto (京都工業専門学校), y en 1949 pasó a formar parte del Instituto Tecnológico de Kioto (京都工芸繊維大学).

³² En 1944 se convirtió en la Escuela Industrial Especializada de Nagoya, y en 1949 se convirtió en Instituto Tecnológico de Nagoya (名古屋工業大学).

³³ En 1944 se convirtió en la Escuela Industrial Especializada de Kumamoto, y en 1949 pasó a formar parte de la Universidad de Kumamoto.

³⁴ En la Prefectura de Yamagata. En 1944 se convirtió en la Escuela Industrial Especializada de Yonezawa y en 1947 pasó a formar parte de la Universidad de Yamagata.

³⁵ Convertida en 1949 en el Departamento de Minería de la Universidad de Akita.

largo de buena parte del territorio de Japón, lo cual era favorable para el impulso de la industria de distintas regiones.

Además, se crearon instituciones privadas con vocación tecnológica, como la Escuela Especializada Meiji (明治専門学校),³⁶ en el pueblo de Tobata,³⁷ y la Escuela de Electricidad (電機学校),³⁸ en Tokio, ambas en 1907. La primera fue establecida por el empresario Keiichirō Yasukawa, fundador de la empresa actualmente llamada Yaskawa Electric (安川電機), con la ayuda del físico Kenjirō Yamakawa, director de las Universidades Imperiales de Tokio, Kyūshū y Kioto en diferentes momentos. La Escuela Especializada de Tokio, fundada por el político Shigenobu Ōkuma en 1882, se convirtió en la Universidad de Waseda en 1902. En 1908 estableció su Sección de Ciencias e Ingeniería (理工科) (Miyoshi, 2005, pp. 58-203).

En 1907 se fundó la Universidad Imperial de Tōhoku,³⁹ gracias a las gestiones de Takashi⁴⁰ Hara, quien en ese momento era vicepresidente de la Minera Furukawa. En un principio contó sólo con Departamentos de Ciencia y Agricultura. En 1912 la Escuela Industrial Superior de Sendai se convirtió en su Departamento de Ingeniería.

La Universidad Imperial de Kyūshū (九州帝国大学)⁴¹ fue creada en 1911, como respuesta a la petición de un grupo de empresarios locales. Se estableció en la ciudad de Fukuoka. Comenzó con un Departamento de Ingeniería y uno de Medicina. Este último existía desde

³⁶ En 1921 se convirtió en escuela pública, en 1944 en la Escuela Industrial Especializada Meiji y en 1949 en el Instituto Tecnológico de Kyūshū (九州工業大学).

³⁷ En la actual ciudad de Kitakyūshū.

³⁸ Actualmente Universidad Tokyo Denki (東京電気大学).

³⁹ En 1947 se convirtió en la Universidad de Tōhoku.

⁴⁰ También conocido como Kei.

⁴¹ En 1947 se convirtió en la Universidad de Kyūshū.

1903, y había estado adscrito a la Universidad Imperial de Kioto. El gobierno japonés consideraba que la prioridad era resolver problemas prácticos inmediatos, por lo que en general la vocación de las universidades japonesas del periodo Meiji era sólo la docencia, y se excluía la investigación (Bartholomew, 1989, pp. 112-117).

Para cerrar este capítulo, es importante considerar que, si bien a nivel mundial los avances que marcaron el inicio de la Revolución Industrial habían ocurrido durante el periodo de aislamiento de Japón, su industrialización coincidió con la llamada “Segunda Revolución Industrial”. Esto hace referencia a un conjunto de importantes innovaciones tecnológicas en la electricidad, la combustión interna, la química industrial y la organización de la actividad educativa y de investigación, inscritas en un marco temporal que coincide prácticamente con el periodo Meiji. De esta manera, a partir del momento en que se actualizaron con respecto de las innovaciones previas, los japoneses pudieron incorporar la mayoría de estos avances a su desarrollo en el momento en que se generaron (Ericson, 2000, pp. 24-25).

Capítulo 2: La enseñanza de la Ingeniería Mecánica durante el periodo Meiji

2.1. Comentarios preliminares

Como se mencionó en la Introducción, en el sentido del marco conceptual ofrecido por Thomas P. Hughes (2012, pp. 45-76), se considera aquí la existencia de un “gran sistema tecnológico”, que tenía como sus “componentes” al gobierno de Japón, la industria de la maquinaria, las instituciones de educación técnica del periodo Meiji en las que se impartía la enseñanza de la Ingeniería Mecánica y los individuos que participaron en su desarrollo. Estos componentes se construyeron socialmente, pero también moldearon a la sociedad.

Los jóvenes burócratas del Ministerio de Obras Públicas formularon las políticas industriales delineadas en el capítulo anterior, con base en sus trayectorias personales, su relación con un grupo de extranjeros y sus facultades políticas, a partir de lo cual se diseñaron programas educativos para funcionar en instituciones particulares creadas ex profeso. Dicha política permitió el desarrollo de una industria desde una condición incipiente, la cual a su vez transformó a la sociedad japonesa.

Usando el vocabulario empleado por Hughes, las instituciones educativas, la industria de la maquinaria y el gobierno del periodo Meiji son “artefactos” (*artifacts*) del sistema, pues son componentes que interactúan con los demás artefactos, contribuyendo directamente o a través de otros componentes al objetivo común del sistema: la industrialización de Japón. Puesto que los componentes de un sistema tecnológico interactúan, sus características se derivan del sistema. El objetivo de esta investigación es pues identificar el papel de cada uno de dichos

componentes a través del periodo Meiji, e identificar las interacciones entre ellos, con base en el estudio de sus características.

En este capítulo, además de los programas de estudio de las instituciones educativas, se considera el papel de los profesores y los estudiantes en la determinación de las características de las instituciones. Se pone particular atención a los egresados, por sus vínculos posteriores con la industria y el gobierno. Todos ellos son componentes del sistema, pero no son artefactos: los planes de estudio no interactúan con todos los demás artefactos, y los individuos no son creados por los constructores del sistema, además de que poseen grados de libertad que no poseen los artefactos. Otros factores considerados, como los conflictos internacionales y el desarrollo tecnológico mundial, son parte del ambiente del sistema y lo afectan, pero no se toman en cuenta como parte de él, pues están fuera de su control.

2.2. Las instituciones

El Colegio Imperial de Ingeniería abrió sus puertas ofreciendo siete carreras: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica, Telegrafía,⁴² Arquitectura, Química Aplicada, Minería y Metalurgia. A solicitud de la Marina, en 1880 se abrieron cursos de Construcción Naval, dentro de la carrera de Ingeniería Mecánica. Al año siguiente, la Construcción Naval se estableció como carrera independiente, y en 1882 hubo ya tres egresados (Kyū Kōbu Daigakkō Shiryō Hensankai, 1932, pp. 297-301).

⁴² Kunihiko Iwadare fue uno de los egresados de esta carrera. Después de graduarse y de desempeñarse como técnico en el Ministerio de Obras Públicas, viajó a Nueva York, donde trabajó en Edison Machine Works. En 1899, Iwadare y la compañía estadounidense Western Electric fundaron Nippon Electric Company (NEC), como una empresa conjunta.

Por otro lado, la Escuela Universitaria del Sur fue denominada Kaisei Gakkō de Tokio (東京開成学校) a partir de 1874. En uno de los estudios más recientes relacionados con este tema, Shōji Uemura (2019, pp. 202-229) comenta que ahí se impartieron cursos de Ingeniería Civil y Mecánica, aunque no existió un plan de estudios propiamente dicho, y la inscripción de estudiantes era irregular. Cuando se fundó la Universidad de Tokio, las únicas Ingenierías estudiadas siguieron siendo la Civil y la Mecánica, como parte de las actividades de su Departamento de Ciencias, organismo sucesor del Kaisei Gakkō de Tokio (Tōkyō Daigaku Hōribun Sangakubu, 1878, p. 17).

Con la transformación en Universidad Imperial, los cursos y las carreras del Colegio pasaron a la recién creada Facultad de Ingeniería (Teikoku Daigaku, 1889, p. 103). Posteriormente se incluyó en la Ingeniería Mecánica la especialidad de Motores Marinos, en la que se podría suponer injerencia de la Marina. La primera generación de esta especialidad se graduó en 1900 (Tōkyō Teikoku Daigaku, 1912, p. 141). Cabe resaltar que, en las instituciones educativas mencionadas, se le otorgó una importancia considerable a la construcción de infraestructura y al desarrollo de la industria pesada, como se verá más adelante en sus planes de estudio.

Las fuerzas armadas también ofrecieron educación técnica. En la Academia Imperial del Ejército Japonés (陸軍士官学校), inaugurada en 1874, se estudiaba Táctica Militar, Organización Militar, Armamento, Arquitectura Militar, Topografía, Caballería, Higiene y Lenguas Extranjeras (Rikugun Shikan Gakkō, 1908, pp. 3-5 y 69-70). En 1881 se estableció la Escuela de Mecanismos de la Marina (海軍機関学校), donde existía la especialidad de Técnicas de Mecanismos (Kaigun Kikan Gakkō, 1908, pp. 3 y 36). Sin embargo, por no haber

suficiente información disponible sobre los contenidos de la enseñanza de estas escuelas, no se consideran en las siguientes secciones de este capítulo.

Por otro lado, en la escuela privada vespertina Kōshu Gakkō (工手学校)⁴³ se ofrecieron las carreras de Obra Civil, Maquinaria, Electricidad, Construcción de Edificios, Construcción Naval, Minería, Metalurgia y Química de Producción. Esta escuela fue fundada en Tokio en 1887 por Kōki⁴⁴ Watanabe, primer director de la Universidad de Tokio, con la colaboración de varios profesores de Ingeniería de la misma institución (Kōshu Gakkō, 1894, pp. 2-3 y 5). Los datos de la enseñanza en esta escuela con los que se cuenta también son insuficientes.

Por su parte, la Escuela Vocacional de Tokio contó con cuatro carreras: Teñido, Cerámica, Química Aplicada y Maquinaria.⁴⁵ Durante su siguiente etapa, en la que se llamó Escuela Industrial de Tokio (1890-1901) se agregó Hilado y Tejido, Electroquímica, Electricidad, Planeación Industrial (工業図案) y Arquitectura. Además, se establecieron cursos intensivos (速成) de Metalistería, Carpintería, Teñido y Cerámica (Tōkyō Kōtō Kōgyō Gakkō, 1912, pp. 75-116).

Las Escuelas Industriales Superiores establecidas posteriormente contaban con un número menor de carreras, aunque muchas de ellas eran similares a las que se estudiaban en la de Tokio, sucesora de la Escuela Industrial de Tokio. Entre las diferencias en cuanto a las carreras ofrecidas, cabe destacar Producción de Bebidas Alcohólicas, Construcción Naval y Motores Marinos en Ōsaka, Ingeniería Civil en Nagoya, Kumamoto y Sendai, y Minería y Metalurgia en Ōsaka, Kumamoto y Sendai (Miyoshi, 2005, p. 203).

⁴³ Actualmente Universidad Kogakuin.

⁴⁴ También conocido como Hiromoto.

⁴⁵ En la sección 2.6.2 se discute la pertinencia de considerar estos estudios como Ingeniería Mecánica.

En Yonezawa existía, además de la carrera de Ingeniería Mecánica, una especialidad en Maquinaria Textil (Yonezawa Kōtō Kōgyō Gakkō, 1913, p. 27). Así, éstas instituciones cumplían también con la misión de impulsar la modernización de la industria ligera, existente en Japón desde antes del periodo Meiji, como lo ha destacado Makoto Sakai (2004, pp. 60-62).

En 1893 se introdujo un nuevo sistema de cátedras universitarias. Tres años después, había 24 cátedras de Ingeniería, y en 1898 había 51. En todas las universidades imperiales, entre 1895 y 1915, tanto el número de cátedras como de graduados en Ingeniería se mantuvo entre el 15 y el 35% del total (Bartholomew, 1989, pp. 98-115).

Como se verá en el Capítulo 3, incluso a finales del periodo Meiji la industria de la maquinaria seguía siendo considerablemente dependiente de las importaciones provenientes de las potencias occidentales. Ante este escenario, la función esperada de la mayoría de los ingenieros japoneses era la de la selección, el mantenimiento y la adaptación de maquinaria, según las condiciones de Japón y las necesidades de las empresas, como lo comentaban públicamente Seiichi Tejima,⁴⁶ como director de la Escuela Industrial Superior de Tokio, y el matemático Dairoku Kikuchi, cuando se desempeñaba como ministro de Educación.

En muchas ocasiones, el trabajo de los ingenieros tenía fundamentalmente el propósito de abatir los costos de las reparaciones del equipo industrial. Sin embargo, había también una visión de largo plazo en la que se esperaba que los ingenieros japoneses pudieran desempeñarse en funciones más complejas a medida que se desarrollaba la industria nacional.

⁴⁶ Tejima había sido integrante de la Misión Iwakura.

En la Tabla 2.1 se resume la trayectoria de las instituciones encargadas de la enseñanza de la Ingeniería Mecánica durante el periodo Meiji. La Ingeniería Mecánica se ofrecía en todas las Universidades Imperiales y en todas las Escuelas Industriales Superiores que habían sido creadas. La Universidad de Waseda y la Escuela Especializada Meiji eran las únicas privadas. Cabe recordar que la sección de Ingeniería de la Tercera Escuela Superior y la Escuela Industrial Superior de Sendai se incorporaron a las Universidades Imperiales de Kioto y de Tōhoku, respectivamente, cuando estas instituciones tenían ya varios años de haber sido creadas.

Tabla 2.1. Instituciones de enseñanza de Ingeniería Mecánica a finales del periodo Meiji

Institución	Año de fundación	Instituciones antecesoras	Periodo de existencia
Universidad Imperial de Tokio	1897	Kōgakuryō	1871-1877
		Kaisei Gakkō de Tokio ⁴⁷	1874-1877
		Colegio Imperial de Ingeniería	1877-1886
		Universidad de Tokio	1877-1886
		Universidad Imperial	1886-1897
Universidad Imperial de Kioto	1897	Tercera Escuela Superior	1894-1901
Escuela Industrial Superior de Tokio	1901	Escuela Vocacional de Tokio	1881-1890
		Escuela Industrial de Tokio	1890-1901
Escuela Industrial Superior de Ōsaka	1901	Escuela Industrial de Ōsaka	1896-1901
Escuela Superior de Artes Industriales de Kioto	1902		
Universidad de Waseda	1902	Escuela Especializada de Tokio	1882-1902
Escuela Industrial Superior de Nagoya	1905		
Escuela Industrial Superior de Kumamoto	1906	Quinta Escuela Superior	1887-1906
Escuela Especializada Meiji	1907		
Universidad Imperial de Tōhoku	1907	Escuela Industrial Superior de Sendai	1906-1912
Escuela Industrial Superior de Yonezawa	1910		
Universidad Imperial de Kyūshū	1911		

Fuente: Elaboración propia, con datos de Kyōto Teikoku Daigaku, 1912, pp. 3 y 154; Kyū Kōbu Daigakkō Shiryō Hensankai, 1932, pp. 12, 120 y 159; Kyūshū Teikoku Daigaku, 1912, pp. 3-5 y 85; Kumamoto Kōtō Kōgyō Gakkō, 1911, pp. 3-6; Ōsaka Kōtō Kōgyō Gakkō, 1912, pp. 2-6; Miyoshi, 2005, p. 203; Sakai, 2004, p. 66; Tōhoku Teikoku Daigaku, 1913, pp. 3-4 y 10; Tōkyō Kōtō Kōgyō Gakkō, 1912, pp. 1 y 24; Tōkyō Teikoku Daigaku, 1912, pp. 3-21 y 180; Waseda Daigaku, 1913, pp. 1-23.

⁴⁷ Como se mencionó en el Capítulo 1, los orígenes de esta institución se remontan al Departamento de Astronomía del periodo Edo.

2.3. Los profesores titulares (教授 o 教師)⁴⁸

2.3.1. La Universidad Imperial de Tokio y sus antecesoras

Al ser nombrado director del Colegio Imperial de Ingeniería, Henry Dyer fue designado también profesor de Ingeniería Mecánica y Civil. Permaneció en dichos cargos hasta 1882, año en que regresó a Escocia. Como profesor de Ingeniería Mecánica, fue sustituido por el irlandés Charles Dickinson West, egresado de la Universidad de Dublín, y quien había trabajado alrededor de diez años en astilleros y fábricas en Inglaterra.

Por su parte, el escocés Robert Henry Smith fue nombrado profesor de Ingeniería Mecánica del Kaisei Gakkō de Tokio, en 1874. Smith había estudiado en la Universidad de Edimburgo, mientras trabajaba en la empresa de Joseph Whitworth. Al igual que Dyer, recibió la beca Whitworth en 1868, la cual le fue otorgada también en 1872. Llegó a Japón por recomendación de Fleeming Jenkin. Mientras tanto, el oficial militar estadounidense James R. Wasson⁴⁹ fue nombrado profesor de Ingeniería Civil. Cuando se fundó la Universidad de Tokio, Smith fue nombrado profesor de Ingeniería Civil y Mecánica⁵⁰ (Checkland, 1989, pp. 74 y 262).

⁴⁸ Los documentos empleados tratan ambas categorías como equivalentes.

⁴⁹ Wasson trabajó también en la Oficina de Colonización de Hokkaidō (北海道開拓使) y fue Coronel de Ingenieros del Ejército. Fue el primer extranjero en recibir la Orden del Sol Naciente (旭日章).

⁵⁰ En 1878, en el Departamento de Ciencias de la Universidad de Tokio había quince profesores, incluyendo a Robert Henry Smith. Él era el único escocés. Había un profesor inglés (el químico Robert William Atkinson), cinco estadounidenses (entre ellos el zoólogo Edward S. Morse y Winfield Scott Chaplin, profesor de ingeniería civil), tres franceses, tres japoneses (entre ellos el matemático Dairoku Kikuchi y el botánico Ryōkichi Yatabe egresados de las Universidades de Cambridge y Cornell, respectivamente) y dos alemanes (el geólogo Heinrich Edmund Naumann y el metalurgista Curt Netto) (Tōkyō Daigaku Hōribun Sangakubu, 1878, pp. 3-5).

En 1878 se contrató a otro escocés para sustituir a Smith: James Alfred Ewing. Él también había estudiado en la Universidad de Edimburgo, con profesores como Peter Tait y Jenkin.⁵¹ Al igual que a Smith, este último lo recomendó para trabajar en la Universidad de Tokio. Originalmente, su contrato era por tres años, pero fue extendido dos años más. Ewing adquirió fama por el descubrimiento del fenómeno de la histéresis, al cual él mismo nombró mientras trabajaba en Japón. En 1883, fue nombrado profesor de Ingeniería del University College Dundee.⁵² Más tarde fue nombrado miembro de la Royal Society, y en 1890 profesor de Mecanismos y Mecánica Aplicada en la Universidad de Cambridge (Glazebrook, 1935, pp. 475-489).

El puesto de profesor de Ingeniería Mecánica que ocupaba Ewing quedó vacante por dos años, en los que sólo hubo un profesor asistente, pero en 1885 se contrató como profesores a Yōkichi Yamada y a Naosada Taniguchi, quienes contaban con estudios en el extranjero. Cuando la Universidad de Tokio se transformó en Imperial, West se sumó a estos dos japoneses como profesor de Ingeniería Mecánica. Sin embargo, Yamada renunció en 1887 y Taniguchi en 1890. West trabajó como profesor de la Universidad Imperial de Tokio hasta su muerte en 1908, un caso poco común para un extranjero en esa época, al permanecer tanto tiempo en Japón como empleado del gobierno (Takechi, 2007, pp. 23-28).

Después de ellos, los profesores contratados habían sido formados en el Colegio o en la Universidad Imperial. De hecho, Bunji Mano y Ariya Inokuchi, egresados del Colegio, fueron profesores titulares desde 1889 y 1896, respectivamente, y hasta el periodo Taishō.

⁵¹ Durante sus vacaciones de verano, Ewing trabajó en expediciones de tendido de cables de telégrafo, bajo las órdenes de Jenkin y de Lord Kelvin, quienes habían formado una sociedad empresarial. Jenkin había sido empleado de Lewis Gordon, quien a su vez fue colega de Kelvin en la Universidad de Glasgow.

⁵² Fundado en 1881. Ewing fue el primero en recibir dicho nombramiento en esta institución.

La tendencia fue que, a partir de la creación de la Universidad Imperial y durante todo el periodo Meiji, los profesores titulares y asistentes, encargados de clase, catedráticos y profesores de tiempo parcial⁵³ fueran ingenieros formados en Japón.

Por otra parte, cabe destacar que, la mayoría de las veces, los países de habla inglesa fueron tanto el origen de los profesores extranjeros como el destino de los estudiantes japoneses de Ingeniería Mecánica que salieron del país. En el caso de otras ramas de la Ingeniería, esto también fue común durante el periodo Meiji.⁵⁴ En la siguiente tabla se presentan algunos datos de los profesores de Ingeniería Mecánica la Universidad Imperial de Tokio y las instituciones que la precedieron.

Tabla 2.2. Profesores de Ingeniería Mecánica de la Universidad Imperial de Tokio y sus antecesores, por orden de contratación

Institución	Nombre	Alma mater	Grados y membresías	País
Kaisei Gakkō de Tokio y Univ. de Tokio	Robert Henry Smith	Universidad de Edimburgo	Maestro en Artes	Escocia
Colegio Imperial de Ingeniería	Henry Dyer ⁵⁵	Universidad de Glasgow	Ingeniero Civil Bachiller en Ciencias Maestro en Artes Doctor en Leyes Miembro de la Royal Institution of Naval Architects	Inglaterra
Universidad de Tokio	James Alfred Ewing	Univ. de Edimburgo	Ingeniero	Escocia
Colegio Imperial de Ingeniería	Charles Dickinson West	Universidad de Dublín	Ingeniero Civil Maestro en Artes Miembro de la Institution of Mech. Eng. de Londres	Irlanda
Universidad Imperial	Yōkichi Yamada	Instituto Tecnológico Stevens	Ingeniero Mecánico	Japón

⁵³ 助教授, 授業担任, 講師 y 授業嘱託, respectivamente.

⁵⁴ De hecho, el Colegio Imperial de Ingeniería contó con cuarenta y nueve profesores extranjeros en total: cuarenta y un británicos, siete italianos y un francés.

⁵⁵ Nombrado en 1912 profesor emérito (名誉教授) de la Universidad Imperial de Tokio.

Universidad Imperial	Naosada Taniguchi ⁵⁶	Universidad de Glasgow	Bachiller en Ciencias Ingeniero Civil Doctor en Ingeniería	Japón
Universidad Imperial de Tokio	Bunji Mano	Colegio Imperial de Ingeniería	Ingeniero Mecánico Doctor en Ingeniería Miembro de la Inst. of Mech. Eng. de Londres	Japón
Univ. Imperial de Tokio	Ariya Inokuchi	Col. Imperial de Ingeniería	Ingeniero Mecánico Doctor en Ingeniería	Japón
Universidad Imperial de Tokio	Chūzaburō Shiba	Universidad Imperial	Ingeniero Mecánico Doctor en Ingeniería Miembro de la Royal Institution of Naval Architects ⁵⁷	Japón
Univ. Imperial de Tokio	Yasujirō Shima	Universidad Imperial	Ingeniero Mecánico	Japón
Univ. Imperial de Tokio	Fuji Tanaka	Univ. Imp. de Tokio	Ingeniero Mecánico	Japón

Fuente: elaboración propia, con datos de Checkland, 1989, pp. 75 y 262; Kyū Kōbu Daigakkō Shiryō Hensankai, 1932, pp. 350, 351 y 353; Teikoku Daigaku, 1889, pp. 103-104; Tōkyō Daigaku Hōribun Sangakubu, 1878, p. 3; Tōkyō Daigaku Hōribun Sangakubu, 1881, p. 5; Tōkyō Teikoku Daigaku, 1900, pp. 147-148; Tōkyō Teikoku Daigaku, 1912, pp. 137-138, 172, 174-175 y 179; Uemura, 2017, p. 3.

2.3.2. Otras instituciones

Como se puede ver en la Tabla 2.3, Yōkichi Yamada trabajó en la Escuela Vocacional de Tokio después de renunciar a su puesto en la Universidad Imperial. Tanto esta escuela como su sucesora, la Escuela Industrial Superior de Tokio, no contaba con profesores titulares de otros países,⁵⁸ en la misma época en la que habían cesado las nuevas contrataciones de extranjeros en la Universidad Imperial. Análogamente, se aprecia la incorporación de profesores formados en Japón, en especial en la misma institución.

⁵⁶ Antes de viajar a Escocia estudió en el Kaisei Gakkō de Tokio. Trabajó en la Oficina de Comercio e Industria (商工局) del Ministerio de Agricultura y Comercio y en la empresa de Fertilizantes Sintéticos de Ōsaka.

⁵⁷ Fundada en 1860.

⁵⁸ No obstante, entre 1903 y 1909, el mecánico estadounidense Charles Albert Francis trabajó como artesano instructor (師範職工) en esta institución. En 1905, Francis desarrolló un torno junto con Shōtarō Ikegai, a quien se mencionará posteriormente. Más tarde trabajó en la empresa de Ikegai, y después en Telares Toyota y en la Japan-America Gramophone Manufacturing Company.

Tabla 2.3. Profesores de Ingeniería Mecánica de la Escuela Vocacional de Tokio y la Escuela Industrial Superior de Tokio en 1889 y 1912

Institución	Año	Nombre	Alma mater	Grado
Esc. Vocacional de Tokio	1889	Yōkichi Yamada	Instituto Tecnológico Stevens	Ingeniero Mecánico
Esc. Vocacional de Tokio	1889	Ayato Taga	Universidad de Londres	(no se graduó)
Esc. Industrial Superior de Tokio	1912	Teiichi Sakata	Universidad de Tokio	Ingeniero Mecánico Doctor en Ingeniería M. de la American Society of Mech. Eng. ⁵⁹
Esc. Industrial Sup. de Tokio	1912	Wahei Matsuura ⁶⁰	Universidad de Michigan	Bachiller en Ciencias en Ing. Mecánica
Esc. Industrial Sup. de Tokio	1912	Masaichi Negishi ⁶¹	Universidad Imperial de Tokio	Ingeniero Mecánico
Esc. Industrial Sup. de Tokio	1912	Yaekichi Sekiguchi	Esc. Ind. Sup. de Tokio y Universidad de Cornell	Ingeniero Mecánico
Esc. Industrial Sup. de Tokio	1912	Gonpachi Asakawa	Escuela Industrial Superior de Tokio	Ingeniero Mecánico
Esc. Industrial Sup. de Tokio	1912	Mitsutsugu Shikura	Escuela Industrial Superior de Tokio	Ingeniero Mecánico

Fuente: elaboración propia, con datos de Hara, 1997, p. 21; Tōkyō Daigaku Hōribun Sangakubu, 1884, p. 245; Tōkyō Kōtō Kōgyō Gakkō, 1912, pp. 5, 96 y 98; Tōkyō Shokkō Gakkō, 1889, p. 10; Tōkyō Teikoku Daigaku, 1912, p. 138.

En el caso de las instituciones fundadas posteriormente, hubo las mismas tendencias. El primer profesor de Ingeniería Mecánica de la Universidad Imperial de Kioto fue Shōzō Tomonaga. Él había iniciado sus estudios en el Colegio Imperial de Ingeniería, pero se graduó en la Universidad Imperial. En 1896 viajó a Estados Unidos y Alemania para estudiar, y dos años más tarde fue contratado para trabajar en la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Imperial de Kioto (Makino, 2008, p. 106).

Junzō Nakahara, profesor de la Universidad de Kyūshū, también había estudiado en el Colegio Imperial de Ingeniería, y en 1890 había sido nombrado profesor de la Escuela Industrial de Tokio. Así como varios de sus colegas, también estudió en el extranjero varios

⁵⁹ Fundada en 1880.

⁶⁰ Fue nombrado Doctor en Ingeniería en 1915.

⁶¹ Se encontraba realizando estudios en el extranjero.

años después de haberse iniciado en la práctica docente, en este caso en Inglaterra y Alemania. En 1908 se convirtió en el primer director de la Escuela Industrial Superior de Kumamoto (Iwai y Miyazaki, 2014, pp. 4-5). Cabe destacar la autosuficiencia del sistema educativo japonés para satisfacer la demanda de profesores a finales del periodo Meiji, como se aprecia en la Tabla 2.4, y el hecho de que doce de los profesores de Ingeniería Mecánica mencionados habían sido nombrados Doctores en Ingeniería.

Tabla 2.4. Profesores de Ingeniería Mecánica de otras instituciones en 1912

Institución	Nombre	Alma mater	Grados y Membresías
Universidad Imperial de Kioto	Shōzō Tomonaga	Universidad Imperial	Ingeniero Mecánico Doctor en Ingeniería
Universidad Imperial de Kioto	Kaname Ōtsuka	Universidad Imperial	Ingeniero Mecánico Doctor en Ingeniería
Universidad Imperial de Kioto	Tsuruzō Matsumura	Universidad Imperial	Ingeniero Mecánico Doctor en Ingeniería
Universidad Imperial de Kioto	Noboru Kaneko	Universidad Imperial	Ingeniero Mecánico Doctor en Ingeniería
Universidad Imperial de Kioto	Kakutarō Hori	Universidad Imperial de Kioto	Ingeniero Mecánico Doctor en Ingeniería
Univ. Imperial de Tōhoku	Tatsuhiko Kamiya	Univ. Imperial de Tokio	Ingeniero Mecánico
Univ. Imperial de Tōhoku	Eisuke Yoshida	Univ. Imperial de Tokio	Ingeniero Mecánico
Univ. Imperial de Tōhoku	Otogorō Miyagi	Univ. Imperial de Tokio	Ingeniero Mecánico
Univ. Imperial de Tōhoku	Keinoshin Watanabe	Univ. Imperial de Tokio	Ingeniero Mecánico
Universidad Imperial de Kyūshū	Junzō Nakahara	Colegio Imperial de Ingeniería	Ingeniero Mecánico Doctor en Ingeniería
Universidad Imperial de Kyūshū	Hosaku Iwaoka	Universidad Imperial	Bachiller en Física Doctor en Ingeniería
Univ. Imperial de Kyūshū	Akimasa Ono	Univ. Imperial de Kioto	Ingeniero Mecánico
Univ. Imperial de Kyūshū	Shūichi Yamaguchi	Univ. Imperial de Tokio	Ingeniero Mecánico
Esc. Ind. Sup. de Ōsaka	Seisaburō Kawai	Col. Imp. de Ingeniería	Ingeniero Mecánico
Esc. Ind. Sup. de Ōsaka	Tsuyoshi Hirano	Univ. Imperial de Tokio	Ingeniero Mecánico
Escuela Industrial Superior de Ōsaka	Shōshirō Tsurumi	(se desconoce)	Ingeniero M. de la Ins. of Mec. En. de Londres
Esc. Ind. Sup. de Ōsaka	Jirō Tanide	Univ. Imperial de Kioto	Ingeniero Mecánico
Esc. Sup. de Art. Ind. de Kioto	Kiyohiko Hagihara	Univ. Imperial de Kioto	Ingeniero Mecánico
Esc. Sup. de Art. Ind. de Kioto	Uichi Murakami	Univ. Imperial de Kioto	Ingeniero Mecánico
Esc. Ind. Sup. de Nagoya	Tadataka Ōkubo	Universidad Imperial	Ingeniero Mecánico
Escuela Industrial Superior de Nagoya	Hosaku Iwaoka	Universidad Imperial	Bachiller en Física Doctor en Ingeniería
Esc. Ind. Sup. de Nagoya	Shunpei Iinoya	Univ. Imperial de Tokio	Ingeniero Mecánico
Esc. Ind. Sup. de Kumamoto	Hidehisa Shimoyama	Universidad Imperial	Ingeniero Mecánico
Esc. Ind. Sup. de Kumamoto	Tsugasaburō Suzuki	Univ. Imperial de Tokio	Ingeniero Mecánico
Esc. Ind. Sup. de Kumamoto	Shōzō Okumura	Univ. Imperial de Kioto	Ingeniero Mecánico

Esc. Ind. Sup. de Kumamoto	Kōtarō Koide	(Estados Unidos)	Diploma en Ingeniería ⁶²
Esc. Ind. Sup. de Yonezawa	Moriharu Seki	Univ. Imperial de Tokio	Ingeniero Mecánico
Escuela Especializada Meiji	Masayoshi Mori	Univ. Imperial de Tokio	Ingeniero Mecánico
Escuela Especializada Meiji	Iwao Oki	Univ. Imperial de Tokio	Ingeniero Mecánico
Escuela Especializada Meiji	Hitomi Matsuura	Univ. Imperial de Tokio	Ingeniero Mecánico
Universidad de Waseda	Tatsurō Nishioka	Esc. I. S. de Kumamoto	Ingeniero Mecánico

Fuente: elaboración propia, con datos de Koide, 1917, p. 40; Kumamoto Kōtō Kōgyō Gakkō, 1911, pp. 117-118 y 146;* Kyōto Kōtō Kōgei Gakkō, 1911, p. 87;* Kyōto Teikoku Daigaku, 1912, pp. 80, 299 y 302; Kyūshū Teikoku Daigaku, 1912, p. 48; Nagoya Kōtō Kōgyō Gakkō, 1911, pp. 68-69;* Ōsaka Kōtō Kōgyō Gakkō, 1912, p. 94; Shiritsu Meiji Senmon Gakkō, 1914, p. 31; Tōkyō Teikoku Daigaku, 1912, pp. 135-137, 139-143 y 203; Tōhoku Teikoku Daigaku, 1913, p. 25; Waseda Daigaku, 1913, p. 198; Yonezawa Kōtō Kōgyō Gakkō, 1913, p. 134.

* significa que los datos corresponden a 1911.

2.3.3. Los profesores asistentes

En consonancia con la política de selección de profesores del Colegio Imperial de Ingeniería, en 1873 se contrató a George Cawley, originario de Inglaterra, para fungir como profesor asistente de Ingeniería Mecánica. En 1878 fue sustituido por un connacional suyo, William Moore Angas. El sueldo mensual de Cawley fue de 200 yenes mensuales, y el de Angas de 235 yenes. Mientras tanto, a Henry Dyer, quien fungió como director y profesor, se le pagaron 660 yenes al mes. West, su sustituto como profesor de Ingeniería Mecánica, recibió un salario de 350 yenes (Kyū Kōbu Daigakkō Shiryō Hensankai, 1932, p. 353).

Angas se fue de Japón en 1881, y al año siguiente Torazō Harada y Bunji Mano,⁶³ ambos egresados del Colegio, fueron nombrados profesores asistentes. En 1883, Ariya Inokuchi recibió el mismo nombramiento. Según Tsutomu Demizu (1984, pp. 66-68), su trabajo al ser nombrados profesores asistentes consistía en observar los cursos impartidos por los profesores titulares e impartir algunas clases.

⁶² También Teniente de Ingeniería Militar del Ejército (陸軍工兵中尉).

⁶³ Futuro profesor de la Universidad Imperial.

En la Universidad de Tokio, el puesto de profesor asistente de Ingeniería Mecánica fue ocupado por Seikei⁶⁴ Sekiya, en particular después de que Alfred Ewing regresó a Gran Bretaña (Tōkyō Daigaku Hōribun Sangakubu, 1881, p. 6). Él había estado inscrito en el Kaisei Gakkō de Tokio, y más tarde estudió un año en la Universidad de Londres. Cuando la Universidad se convirtió en Imperial, permaneció en la Facultad de Ciencias, fue nombrado profesor, y se dedicó a la Sismología⁶⁵ (Noguchi *et al.*, 2007, p. 147).

En 1886, Bunji Mano inició un periodo de estudio de tres años en la Universidad de Glasgow, y a su regreso fue nombrado profesor. Ariya Inokuchi se quedó en el cargo de profesor asistente de la Universidad Imperial, pero en 1896 fue enviado también por el Ministerio de Educación a la misma institución escocesa. Del mismo modo que Mano, a su regreso, dos años más tarde, fue nombrado profesor (Demizu, 1984, pp. 66-71).

De manera similar, antes de ser nombrado profesor, Chūzaburō Shiba fue profesor asistente en la Universidad Imperial de Tokio. El hecho de que los profesores hubieran sido designados previamente profesores asistentes fue una práctica común durante el periodo Meiji en todas las instituciones. Cabe comentar que Shiba realizó estudios en el extranjero mientras ocupaba este puesto, de manera semejante a los encargados de clase Masao Kamo y Seikichirō Hata (Tōkyō Teikoku Daigaku, 1912, pp. 137-139, 176-177 y 179).

⁶⁴ En japonés, es más común que su nombre aparezca como Kiyokage.

⁶⁵ Su nombramiento como profesor de tiempo completo de esta disciplina fue el primero de este tipo a nivel mundial.

2.4. Los egresados

Naturalmente, el funcionamiento pleno del sistema de enseñanza de la Ingeniería Mecánica en Japón tomó tiempo. Del Kōgakuryō no egresó ningún ingeniero, y la primera generación del Colegio Imperial de Ingeniería se tituló en 1879. Sin embargo, en siete años se graduaron treinta y nueve ingenieros mecánicos.

Aunque no se dispone de los datos correspondientes para otras instituciones, los títulos de las tesis de los Ingenieros Mecánicos graduados del Colegio Imperial de Ingeniería, los cuales aparecen en la Tabla 2.5, son un indicio de los intereses institucionales y de los estudiantes, así como de la demanda laboral del momento. Se puede observar que alrededor de la mitad de dichas tesis tienen que ver con motores de vapor, calderas y locomotoras. Otros temas recurrentes son los motores marinos y las turbinas. Tienen presencia también la industria textil, las máquinas herramienta y otros vehículos terrestres y marinos, incluso con aplicaciones bélicas específicamente.

Tabla 2.5. Títulos de las tesis de los ingenieros mecánicos del Colegio Imperial de Ingeniería

Nombre	Título de la tesis	Año de graduación
Shin'ichirō Arakawa	<i>Manufactura del algodón</i>	1879
Seinoshin Imada	<i>Motores estacionarios</i>	1879
Yoshiaki Yasunaga	<i>Motores estacionarios de vapor</i>	1880
Torazō Harada	<i>Calderas de locomotora</i>	1880
Tatō Saka	<i>Turbinas</i>	1880
Kantarō Takeda	<i>Motores estacionarios de vapor</i>	1880
Yoshisada Nogami	<i>Motores estacionarios</i>	1880
Shigemichi Fujita	<i>Carros de bomberos</i>	1880
Saneyasu Oka	<i>Motores marinos</i>	1880
Kurō Yoshimi	<i>Tornos de tornillo de corte automático</i>	1880
Yoshitomu Hayata	<i>Caldera estacionaria en tierra</i>	1880
Yasu Ieiri	<i>Calderas de locomotora</i>	1880
Tōichirō Usui	<i>Motores marinos</i>	1881
Shun'ichi Hattori	<i>Motores compuestos</i>	1881
Bunji Mano	<i>Motores portátiles</i>	1881

Yasushi Kishi	<i>Calderas de vapor</i>	1881
Toshinobu Suda	<i>Hélices de tornillo</i>	1881
Masatomo Naitō	<i>Calderas marinas</i>	1881
Shinzaburō Kuriya	<i>Fabricación de hierro forjado</i>	1881
Yasumasa Ko	<i>Máquinas en general, con un apéndice sobre máquinas herramienta y herramientas de corte</i>	1881
Rintarō Tanaka	<i>Motor de vapor estacionario, con muchos bocetos</i>	1881
Ariya Inokuchi	<i>Turbinas</i>	1882
Junzō Nakahara	<i>Motores marinos compuestos</i>	1882
Seisaburō Kawai	<i>Calderas</i>	1882
Tsunezō Saitō	<i>Engranaje de válvulas correderas de reversa y expansión con turbinas</i>	1882
Kitarō Kosaka	<i>Hélices de tornillo</i>	1882
Matarō Kurizuka	<i>Calderas de locomotora</i>	1882
Hikotarō Minakamki	<i>Frenos continuos para ferrocarriles</i>	1883
Senhei Inagaki	<i>Motores marinos compuestos</i>	1883
Hikomatsu Iwasaki	<i>Calderas de locomotora</i>	1883
Take Ōtake	<i>Motores hidráulicos</i>	1883
Motoki Kondō	<i>La acción del vapor en motores compuestos de tres cilindros</i>	1883
Motoki Kondō ⁶⁶	<i>El mejor tipo de buque de guerra para nuestra futura Marina</i>	1884
Tsuneta Shin	<i>Motores marinos compuestos de expansión triple</i>	1885
Kyōzō Kikuchi	<i>Calderas de acero</i>	1885
Seikichirō Hata	<i>Locomotoras compuestas</i>	1885

Fuente: Demizu, 1984, p. 65.

Por otra parte, en la Universidad de Tokio el número de egresados fue mucho menor durante el mismo periodo, pues solamente fueron seis. De hecho, los ingenieros mecánicos de esta última institución fueron menos de la quinta parte del total de los ingenieros. Los demás fueron ingenieros civiles, la única otra carrera de Ingeniería que se ofrecía en ese entonces en el Departamento de Ciencias.

Cuando el Ministerio de Obras Públicas y el Colegio Imperial de Ingeniería desaparecieron, hubo un periodo de relativo estancamiento en la ampliación de la matrícula en la Universidad Imperial, en particular en el caso de la Ingeniería Mecánica. Entre 1886 y 1893, cuando dicho Ministerio y su escuela (y la política industrial de Japón propiamente dicha) ya habían

⁶⁶ Se desconoce la razón por la cual hay dos tesis registradas.

desaparecido, sólo hubo 19 egresados. En cambio, entre 1894 y 1896, hubo 29, y entre 1897 y 1912, 461, por lo que hubo un aumento notable.

En las demás Ingenierías impartidas en la institución durante los mismos años se suscitó una expansión semejante, que coincide con el despliegue militar de las guerras contra China y contra Rusia. En el caso de la Escuela Industrial de Tokio, se observa también la formación de cientos de ingenieros mecánicos alrededor de los años de la guerra contra China. En la Tabla 2.6 se muestran datos desglosados, con los cuales se puede obtener una idea de las dimensiones del sistema de educación tecnológica del periodo Meiji.

Tabla 2.6. Número de ingenieros mecánicos graduados por institución

Institución	Periodo	Núm. de ing. mecánicos	Núm. total de ing.	Núm. de ingen. impartidas
Colegio Imperial de Ingeniería	1877-1886	39	211	7
Universidad de Tokio ⁶⁷	1877-1886	6	33	2
Escuela Vocacional de Tokio	1881-1889	37	93	4
Universidad Imperial	1886-1896	48	416	9
Escuela Industrial de Tokio	1890-1900	462	848	11
Escuela Industrial de Ōsaka	1896-1901	23	34	4
Universidad Imperial de Tokio	1897-1912	461†	1608	10
Escuela Industrial Superior de Tokio	1901-1912	588	1732	11
Escuela Industrial Superior de Ōsaka	1901-1912	530†	1224	8
Escuela Sup. de Artes Industriales de Kioto	1902-1912	95	381	3
Escuela Industrial Superior de Nagoya	1905-1912	43	241	5
Escuela Industrial Superior de Kumamoto	1906-1912	184	418	3
Universidad Imperial de Tōhoku	1907-1912	86	362	4
Total	1877-1912	2,602	7,601	20⁶⁸

Fuente: Elaboración propia, con datos de Kumamoto Kōtō Kōgyō Gakkō, 1911, pp. 132-133;* Kyōto Kōtō Kōgei Gakkō, 1911, pp. 109-125;* Kyū Kōbu Daigakkō Shiryō Hensankai, 1932, pp. 349-352; Nagoya Kōtō Kōgyō Gakkō, 1911, pp. 88-107; Ōsaka Kōtō Kōgyō Gakkō, 1912, pp. 11 y 112-120; Tōhoku Teikoku Daigaku, 1913, pp. 8 y 38-40; Tōkyō Daigaku Hōribun Sangakubu, 1884, pp. 245-248; Tōkyō Kōtō Kōgyō Gakkō, 1915, pp. 75-133; Tōkyō Teikoku Daigaku, 1912, pp. 127-169.

* significa que los datos corresponden al número acumulado hasta 1911.

† significa que se incluyen los egresados de la especialidad en Motores Marinos, aunque ésta no se cuenta como una Ingeniería independiente.

⁶⁷ No se cuenta con datos para 1885 ni para 1886.

⁶⁸ Total de las especialidades ofrecidas por las diferentes escuelas, sin repeticiones. Se incluyen carreras afines a la Ingeniería que no contaban con esta denominación, como Arquitectura y Metalurgia.

Destaca la formación de más de siete mil ingenieros en total en un periodo de cuarenta años, al principio del cual había en Japón una tradición educativa, pero prácticamente no había ingenieros ni instituciones para entrenarlos. Tampoco había un mercado laboral para ellos, por lo poco desarrollada que estaba la industria. La importancia de la Ingeniería Mecánica es notable, con alrededor de un tercio de los egresados. En el siguiente capítulo se hablará sobre el tipo de empleos en los que se desempeñaron.

Según Gordon W. Roderick y Michael D. Stephens (1978, pp. 113-114), en el periodo de 1901 a 1902, en las escuelas técnicas superiores alemanas (*Technische Hochschule*) había 5,503 estudiantes de Ingeniería Mecánica. En el mismo periodo, 4,459⁶⁹ alumnos cursaban dicha carrera en las instituciones de educación superior de Estados Unidos. Mientras tanto, en el caso de Gran Bretaña, al considerar sus universidades, escuelas técnicas y colegios, el número era de 2,259.

En Alemania, la suma del número de estudiantes de Arquitectura, Ingeniería (Civil y Mecánica), Química, Metalurgia y Arquitectura Naval de las escuelas técnicas superiores entre 1901 y 1902 era de 10,698.⁷⁰ De manera contrastante, con datos de Ikuo Amano, Seiji Tsunekawa (2015, pp. 18-19) menciona que en el periodo comprendido entre 1899 y 1901, en las Facultades de Ingeniería de las Universidades Imperiales de Tokio y de Kioto, y en las Escuelas Especializadas Industriales Superiores, se encontraban inscritos 823 alumnos. En una década hubo un aumento notable en Japón, pues entre 1909 y 1911 ya había 2,972. En

⁶⁹ En esta cantidad están incluidos los estudiantes de Arquitectura Naval.

⁷⁰ Cabe destacar que, durante esos años, en Alemania aproximadamente la mitad de los estudiantes de las carreras mencionadas se dedicaban a la Ingeniería Mecánica. En el caso de Japón, alrededor de un tercio de los ingenieros graduados en el periodo Meiji tenían esta especialidad, como se mostró en la Tabla 2.6.

cambio, entre 1912 y 1913 en Alemania el número de estudiantes mencionado sólo había llegado a 11,003.

En 1901, Alemania tenía una población de aproximadamente 57 millones de habitantes, Estados Unidos de 78 millones, el Reino Unido de 38 millones y Japón de 44 millones.⁷¹ Así, si se toma en cuenta la población de cada país, en Alemania había una cantidad considerablemente más grande de estudiantes de Ingeniería Mecánica en comparación con Estados Unidos y Gran Bretaña,⁷² y un número mucho mayor que en Japón de estudiantes de Ingeniería o de carreras relacionadas.⁷³

Roderick y Stephens aseguran que, a principios del siglo XX, en Alemania se le estaba dando un gran impulso a la educación técnica formal, mientras que en el Reino Unido estaba descuidada. Esto significaría que la tendencia existente en este último país desde las primeras décadas del siglo XIX de poner mayor énfasis en el entrenamiento práctico al interior de las empresas, mencionada por Silvana De Maio y a la cual se hizo referencia en la sección 1.4, continuó durante toda la centuria. Las cifras presentadas confirman este fenómeno, el cual llama la atención no sólo por el papel de los británicos en la Revolución Industrial, sino también por las aportaciones que los educadores de este país hicieron a la enseñanza de la Ingeniería Mecánica en Japón.

Por otro lado, con datos de Morikazu Ushiogi, Tsunekawa también afirma que, en 1900, en Japón había, considerando todas las disciplinas, 5.6 estudiantes de educación superior por cada diez mil habitantes, pero en 1910 este número era ya de 9.7. Para el mismo año de 1910,

⁷¹ <http://www.populstat.info/> (recuperado el 11 de octubre de 2019).

⁷² Alrededor de 1.6 veces mayor, en ambos casos: aproximadamente 1 estudiante de Ingeniería Mecánica por cada diez mil habitantes, pero 0.6 en Estados Unidos y Gran Bretaña.

⁷³ Prácticamente 10 veces más: 1.9 estudiantes en Alemania frente a 0.2 en Japón, aunque una década después este número era ya de 0.6.

en Estados Unidos esta cifra era de 38.4, en Alemania de 12.0, en Francia de 10.0 y en Suecia de 9.5. Es decir, a finales del periodo Meiji la matrícula de las instituciones japonesas de educación superior crecía rápidamente, y ya era semejante a la de los países europeos, aunque no a la de Estados Unidos.

2.5. Los libros de texto

Si bien sólo se cuenta con información sobre los libros de texto usados en el Colegio Imperial de Ingeniería y en la Universidad de Tokio en 1878 y en 1882, respectivamente, éstos proporcionan un panorama del tipo de conocimientos sobre Ingeniería Mecánica que se transmitieron durante el periodo Meiji. En la Tabla 2.7 se presenta la lista de textos usados en el Colegio. El número de copias es un indicador de qué tanto uso se le daba a un libro en particular en las clases.

Tabla 2.7. Biblioteca para las clases de Ingeniería Mecánica del Colegio Imperial de Ingeniería de 1878

Autor(es)	Título del libro	Núm. de copias
Thomas Alexander y Arthur Watson Thomson	<i>Elementary Applied Mechanics</i>	8
Robert Armstrong	<i>An Essay on the Boilers of Steam Engines: their Calculation, Construction and Management, with a View to the Saving of Fuel. Including Observation on Railway and Other Locomotive Engines, Steam Navigation, Smoke Burning, Incrustations, Explosions, etc., etc.</i>	8
William Auchincloss	<i>The Practical Application of the Slide Valve and Link Motion</i>	2
John Wolfe Barry	<i>Railway Appliances</i>	17
Frederick Bramwell	<i>The Steam Engine</i>	9
Daniel Kinnear Clark	<i>The Steam Engine: A Treatise on Steam Engines and Boilers</i>	3
Charles Philip Cotton	<i>Manual of Railway Engineering for the Field and the Office</i>	10
Samuel Downing	<i>Elements of Practical Hydraulics (Parte 1)</i>	5
William Fairbairn	<i>Mills and Millwork (2 volúmenes)</i>	12
Thomas M. Goodeve	<i>Elements of Mechanism</i>	34
Thomas M. Goodeve	<i>Textbook on Steam Engine</i>	29

Thomas John Main y Thomas Brown	<i>Questions in Marine Steam Engine</i>	17
Ewing Matheson	<i>Aid Book to Engineering Enterprise Abroad</i>	11
John Perry ⁷⁴	<i>Treatise on Steam</i>	48
William Rankine	<i>A Manual of Applied Mechanics</i>	55
William Rankine	<i>Manual of Machinery and Millwork</i>	37
William Rankine	<i>Manual of Steam Engine and Other Prime Movers</i>	40
William Rankine	<i>Mechanical Textbook</i>	8
William Rankine	<i>Rules and Tables</i>	13
Franz Reuleaux	<i>The Kinematics of Machinery</i>	8
John Richards	<i>Workshop Manipulation</i>	8
Charles Shelley	<i>Workshop Appliances, Including Descriptions of the Gauging and Measuring Instruments, the Hand Cutting-Tools, Lathes, Drilling, Planning, and Other Machine-Tools Used by Engineers</i>	41
Bindon Blood Stoney	<i>Theory of Strains</i>	2
(autor desconocido)	<i>The Safe Use of Steam</i>	2
Arthur Watson Thomson	<i>Junctions and Connections for Lines of Railways</i>	20
Robert Henry Thurston	<i>A History of the Growth of the Steam Engine</i>	4
William Unwin	<i>Principles of Mechanism</i>	3
Robert Willis	<i>Principles of Mechanism: Designed for the Use of Students in the Universities and for Engineering Students Generally</i>	3
Robert Wilson	<i>A Treatise on Steam Boilers</i>	22

Fuente: Imperial College of Engineering, 1878, pp. 53-54.

Naturalmente, la mayor parte de los libros empleados eran obra de autores británicos, con algunas excepciones, como los textos de los estadounidenses William Auchincloss y Robert Henry Thurston, y del alemán Franz Reuleaux. De este último se usaba una traducción al inglés. Asimismo, el trabajo de William Rankine, profesor de Henry Dyer, ocupa un lugar importante. En la Tabla 2.8 se presentan los textos usados en la Universidad de Tokio.

Tabla 2.8. Libros de texto usados en las clases de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Tokio en 1882

Año	Autor(es)	Libro
Segundo año	William Rankine	<i>A Manual of Applied Mechanics</i>
	Lord Kelvin y Peter Guthrie Tait	<i>Treatise on Natural Philosophy</i>
	James Clerk Maxwell	<i>Matter and Motion</i>

⁷⁴ Profesor asistente de Ingeniería Civil del Colegio Imperial. De origen irlandés. Trabajó como asistente de Lord Kelvin en la Universidad de Glasgow. Fue presidente de la Institution of Electrical Engineers de Londres y de la Physical Society of London, y miembro de la Royal Society. Colaborador cercano de William Edward Ayrton.

Tercer año	William Rankine	<i>A Manual of Applied Mechanics</i>
	William Rankine	<i>Manual of the Steam Engine and Other Prime Movers</i>
	James Henry Cotterill	<i>Steam Engine Considered as a Heat Engine. A Treatise on the Theory of the Steam Engine</i>
	James Clerk Maxwell	<i>Theory of Heat</i>
	Charles Shelley	<i>Workshop Appliances</i>
	Thomas M. Goodeve	<i>Elements of Mechanism</i>
	William Unwin	<i>Elements of Machine Design</i>
	Arthur Rigg	<i>A Practical Treatise on the Steam Engine</i>

Fuente: Imperial College of Engineering, 1878, pp. 53-54.

Aunque no se trata exactamente de los mismos textos, en la tabla anterior se puede observar que los libros escritos por británicos también predominan, incluyendo a Tait, profesor de James Alfred Ewing en Edimburgo. Varios de los autores aparecen en las listas de ambas instituciones. Por otro lado, se aprecia una tendencia más teórica con respecto del Colegio Imperial.

2.6. Los planes de estudio

2.6.1. Las primeras instituciones

En las distintas instituciones hubo cambios frecuentes a los planes de estudio, además de que no hay manera de saber con certeza los detalles de su contenido ni en qué medida éstos fueron seguidos, por falta de fuentes adecuadas. Sin embargo, se presentan algunos de ellos con el fin de proporcionar una idea general del contenido de la enseñanza. En primer lugar, en la Tabla 2.9 se presentan los planes de estudios de Ingeniería Mecánica del Colegio Imperial de Ingeniería de 1885 y de la Universidad de Tokio de 1884, con la información dispuesta para facilitar la comparación.

Para el caso del Colegio, Tsutomu Demizu (1984, pp. 57-60) afirma que la mayoría de los ingenieros mecánicos egresados de esta institución siguieron un plan muy semejante al que

se presenta. Asimismo, él comenta que el contenido de la enseñanza de los dos primeros años correspondía, en términos generales, a lo que actualmente se estudia en las escuelas preparatorias, lo cual era necesario debido a que el sistema educativo japonés aún estaba en desarrollo.

A los cursos de estos dos años, comunes a todas las carreras del Colegio, se les denominaba propedéuticos (予科), a los de los siguientes dos, especializados (専門科), y a los de los últimos dos, prácticos (実地科), para un total de seis años. El plan de estudios de Ingeniería Mecánica de esta institución sugiere que existía un balance entre teoría y práctica, según los preceptos de los profesores británicos Rankine y Jenkin, mencionados en el primer capítulo. Parte de los cursos especializados, así como la totalidad del entrenamiento práctico de los últimos dos años, se llevaba a cabo en las instalaciones industriales administradas por el Ministerio de Obras Públicas.

Con base en opiniones vertidas en publicaciones de la época, Seiji Tsunekawa (2015, pp. 19-20) comenta que había posturas opuestas al respecto de este tipo de educación, dentro y fuera de Japón. Mientras algunos consideraban que los cursos especializados eran insuficientes, otros pensaban que se había alcanzado un balance óptimo. Este autor afirma también que, de cualquier manera, estas opiniones eran sólo una muestra de la tensión que existía en esa época entre el énfasis en la teoría y en la práctica en la enseñanza de la Ingeniería en muchos lugares del mundo.

Por otra parte, Shōji Uemura (2019, pp. 204 y 220-221) ha explicado que en el Kaisei Gakkō de Tokio los planes de estudio no estaban del todo definidos. Sin embargo, se estipulaban tres años propedéuticos para estudiar Matemáticas, Dibujo Técnico, Historia Natural e Idiomas. Después había tres años de especialización, donde el primer año estaba dedicado al

Dibujo Técnico, la Mecánica Aplicada y la Física de los Materiales; el segundo a la Física de los Materiales, la Termodinámica y la Eficiencia de las Máquinas, y el tercero al Diseño de Maquinaria y a Prácticas de Ingeniería Mecánica.

Cuando se estableció la Universidad, los planes de estudio fueron más específicos. La carrera duraba sólo cuatro años; las materias del primer año eran cursadas por todos los estudiantes de la Facultad de Ciencias, y las de los años segundo y tercero, tanto por los estudiantes de Ingeniería Mecánica como Civil. Es decir, sólo el último año era propiamente de Ingeniería Mecánica. Destacan tres aspectos, derivados del estudio de la ingeniería junto con las ciencias, y no de manera independiente: una formación más general y más cercana a otras ciencias, mayor énfasis en la teoría que en la práctica (aspecto observado también en los libros de texto) y la preferencia del idioma alemán sobre el inglés.

Tabla 2.9. Planes de Estudios de Ingeniería Mecánica del Colegio Imperial de Ingeniería (1885) y la Universidad de Tokio (1884)

Año escolar	Colegio Imperial de Ingeniería	Universidad de Tokio	
	Cursos ⁷⁵	Cursos	
1	Matemáticas	Matemáticas	
	Geometría	Dibujo Técnico	
	Física	Física	
	Experimentos de Física		Fundamentos de Mecánica
			Química Inorgánica y Experimentos
			Fundamentos de Geología
			Fundamentos de Astronomía
	Estudios Nacionales (Historia y Literatura)	Fundamentos de Epigrafía (金石学大意)	
Idioma inglés	Idioma Inglés		
Estudio Personal en la Biblioteca	Lógica		
2	Matemáticas	Matemáticas	
	Geometría	Agrimensura y Corografía	
	Física	Física	
		Física de los Materiales	
	Mecánica	Cinemática	
		Mecánica	
Química	Metalurgia		

⁷⁵ Las traducciones de los nombres de las materias están basados en los comentarios que hace Demizu sobre el contenido de las mismas.

	Estudio Personal en la Biblioteca	Dibujo de Máquinas
	Estudios Nacionales (Literatura)	Ingeniería Sanitaria
	Idioma Inglés	Idioma Alemán
3	Matemáticas	Física
	Física Térmica	
	Experimentos de Física	Física de Materiales
	Mecánica Aplicada	Estructuras de Puentes y Edificios
	Maquinaria y Máquinas de Vapor	Termodinámica
	Dibujo de Máquinas	Dibujo de Máquinas
	Experimentos de Ingeniería	Ingeniería Mecánica
	Refacciones y Modelos	Idioma Alemán
	Proyectos Prácticos	
4	Ingeniería Mecánica	Experimentos de Materiales
	Dibujo de Máquinas y Experimentos de Ingeniería	Experimentos de Ingeniería Mecánica
		Tesis de Grado
5	Entrenamiento Práctico	
6	Entrenamiento Práctico	
	Tesis de Grado	
	Proyecto de Grado	

Fuente: Kyū Kōbu Daigakkō Shiryō Hensankai, 1932, pp. 293-309; Tōkyō Daigaku Hōribun Sangakubu, 1884, pp. 21 y 31-33.

2.6.2. Las consecuencias de la extinción del Ministerio de Obras Públicas

Cuando el Colegio Imperial de Ingeniería se fusionó con la Universidad de Tokio, de lo cual surgió la Facultad de Ingeniería de la Universidad Imperial, el plan de estudios de Ingeniería Mecánica cambió considerablemente, como se puede ver en la Tabla 2.10. Los cursos se redujeron a tres años, lo que habría implicado mayores requisitos de ingreso para un mismo perfil de egreso, posibles gracias a la maduración del sistema educativo japonés. Los nombres de las clases se volvieron más específicos, señal de que respondía a las necesidades de una industria más compleja. Por otra parte, ya no aparecen cursos de idiomas.

También se puede observar que en la Universidad Imperial había una mayor presencia de cursos prácticos que en la Universidad de Tokio, lo cual se puede entender como una influencia de lo que se acostumbraba en el Colegio Imperial de Ingeniería. Sobre este punto, Seiji Tsunekawa (2015, p. 20) comenta que, si bien esto es cierto, en la Universidad esta

práctica consistía más bien en experimentos de laboratorio al interior de la institución educativa, y ya no tanto en experiencia adquirida en instalaciones industriales externas.

Para esos años ya se había establecido la Escuela Vocacional de Tokio. Se puede considerar que aquí se enseñaba Ingeniería Mecánica según la definición empleada en este trabajo, pues la formación de los estudiantes de esta institución no se limitaba a la fabricación artesanal o a la operación de máquinas, sino que, como se puede observar en la misma tabla, recibían una formación científica. Sin embargo, se les capacitaba también en técnicas de fabricación particulares, en las que estudiantes con antecedentes de actividades artesanales tenían ventaja. En la misma lógica, los cursos prácticos son más que en la Universidad, y al parecer la tesis de grado no era un requisito. Al igual que en la Universidad Imperial, llama la atención la aparición de materias relacionadas con la administración de las fábricas.

Tabla 2.10. Planes de Estudios de Ingeniería Mecánica de la Universidad Imperial y la Escuela Vocacional de Tokio de 1888

Año escolar	Universidad Imperial	Escuela Vocacional de Tokio
	Cursos	Cursos
1	Matemáticas	Matemáticas
	Física	Física
	Física de los Materiales	Química Inorgánica
	Mecánica Aplicada	Fundición, Fabricación de Modelos y Uso de Herramientas
	Máquinas de Vapor	
	Maquinaria	
	Máquinas Hidráulicas, Bombas y Motores de Arranque	Entrenamiento Práctico
	Fabricación de Maquinaria	Dibujo
	Dibujo de Ingeniería Civil	Idioma Inglés
Dibujo y Experimentos de Ingeniería Mecánica		
2	Ingeniería Mecánica	Matemáticas
	Ingeniería Eléctrica	Mecánica
	Metalurgia de Producción	Física de Materiales
	Motores Marinos	Trabajo de Metales y Uso de Herramientas
	Economía Industrial	Idioma Inglés
	Dibujo Técnico y Experimentos	Dibujo de Máquinas
	Entrenamiento Práctico	Entrenamiento Práctico
3	Conferencias Especiales	Mecánica Aplicada
		Motores

	Entrenamiento Práctico	Fundamentos de Construcción
		Máquinas Varias y Prácticas
		Entrenamiento Práctico
	Tesis de Grado	Economía de las Fábricas
		Contabilidad
		Idioma Inglés

Fuente: Teikoku Daigaku, 1888, pp. 110-112; Tōkyō Shokkō Gakkō, 1889, pp. 16-18.

2.6.3. La influencia de las fuerzas armadas y del desarrollo industrial

Para 1900, el plan de estudios de Ingeniería Mecánica de la entonces Universidad Imperial de Tokio había cambiado un poco. En el primer año habían desaparecido las materias de Física y de Dibujo de Ingeniería Civil, y se habían introducido un curso práctico y uno teórico de Física de los Materiales, así como uno de Prácticas de Construcción Naval. En el segundo año también se agregó una clase de Construcción Naval. Asimismo, aparecieron un curso de Hidráulica (antes sólo estaba en el primer año), uno de Armas de Fuego y uno de Prácticas de Motores Marinos. El tercer año quedó igual que en 1888. Las materias agregadas sugieren injerencia de las fuerzas armadas. Cabe destacar aquí que para finales del periodo Meiji en esta institución se habían creado también las carreras de Fabricación de Armas y de Ingeniería de Explosivos (Tōkyō Teikoku Daigaku, 1900, pp. 156-158 y 180).

En la recientemente fundada Universidad Imperial de Kioto, el plan de estudios tenía diferencias considerables al de su homóloga de Tokio, aunque también era de tres años. En el primer año, en vez del curso práctico de Física de Materiales y los de Construcción Naval, había una materia de Maquinaria de Uso Industrial, una de Mecánica Gráfica y una de Dibujo Técnico y Diseño. En el segundo año, no había cursos ni de Construcción Naval, ni de Armas de Fuego, ni de Prácticas de Motores Marinos. En cambio, sí había uno de Locomotoras, uno de Motores de Émbolo, uno de Grúas y uno de Motores de Combustión de Gas y Petróleo.

La clase de Economía Industrial estaba en el tercer año, donde también se impartía la de Máquinas Textiles y la de Construcción de Fábricas. Las diferencias sugieren un grado considerable de autonomía, observada también en 1912, como se verá más adelante, y la atención a las necesidades de sectores particulares de una industria cada vez más especializada (Kyōto Teikoku Daigaku, 1900, pp. 116-119).

2.6.4. El contraste entre las diversas instituciones

Se procederá ahora al análisis de los planes de estudio de Ingeniería Mecánica de 1912.⁷⁶ Nuevamente, como no se cuenta con información detallada sobre los contenidos de las clases, sólo se puede obtener conclusiones a partir del nombre de las asignaturas de los planes de estudios. Los programas de Ingeniería Mecánica abarcaban tres años, a excepción de la Escuela Especializada Meiji, donde eran cuatro. En todas las instituciones había cursos de Matemáticas, Dibujo Técnico, Métodos de Producción, Diseño, Experimentos, Prácticas, Proyectos e Ingeniería Mecánica en General. En las Tablas 2.11 y 2.12 se pueden observar las principales diferencias entre los planes de estudio, según los nombres de las materias.

Tabla 2.11. Comparación de los planes de estudio de Ingeniería Mecánica de 1912 (I)

	Física	Mec.	Fís. de Mat.	Hidr.	Quím.	Met.	Ing. Eléc.	Cons.	Econ.	Ing.
Univ. Imp.										
Tokio	X	✓	X	✓	X	✓	✓	✓	✓	X
Tōhoku	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓
Kyūshū	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X
Esc. Ind. Sup.										
Tokio	✓	X	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	✓
Ōsaka	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Kioto	✓	X	X	X	✓	X	X	✓	✓	✓

⁷⁶ No se cuenta con datos suficientes para la Universidad Imperial de Kioto.

Nagoya	✓	✓	X	X	X	X	✓	X	X	✓
Kumamoto	✓	✓	X	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
Yonezawa	✓	✓	X	X	✓	X	✓	X	✓	✓
Privadas										
Waseda	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓
Meiji	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Abreviaturas de materias: Mec. = Mecánica, Fís de Mat. = Física de los Materiales, Hidr. = Hidráulica, Quím. = Química, Met = Metalurgia, Ing. Eléc. = Ingeniería Eléctrica, Cons. Construcción, Econ. = Economía, Ing. = Inglés.

Fuente: Elaboración propia con datos de Kumamoto Kōtō Kōgyō Gakkō, 1911, pp. 29-30;* Kyōto Kōtō Kōgei Gakkō, 1911, pp. 25-26;* Kyūshū Teikoku Daigaku, 1912, pp. 86-88; Nagoya Kōtō Kōgyō Gakkō, 1911, pp. 19-20;* Ōsaka Kōtō Kōgyō Gakkō, 1912, pp. 12-13; Shiritsu Meiji Senmon Gakkō, 1914, pp. 8 y 14-15; Tōkyō Teikoku Daigaku, 1912, pp. 184-188; Tōkyō Kōtō Kōgyō Gakkō, 1912, p. 24; Tōhoku Teikoku Daigaku, 1913, pp. 10-12; Waseda Daigaku, 1913, pp. 96-97; Yonezawa Kōtō Kōgyō Gakkō, 1913, pp. 27-27 y 30-32.

* significa que los datos corresponden a 1911.

Tabla 2.12. Comparación de los planes de estudio de Ingeniería Mecánica de 1912 (II)

	Motores térmicos	Motores marinos	Locomotoras	Máquinas Textiles	Ética (倫理 o 終身)	Gimnasia (体操)
Univ. Imp.						
Tokio	✓	✓	✓	✓	X	X
Tōhoku	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Kyūshū	✓	✓	X	✓	X	X
Esc. Ind. Sup.						
Tokio	✓	X	✓	✓	✓	✓
Ōsaka	X	X	X	X	✓	✓
Kioto	X	X	X	✓	✓	✓
Nagoya	X	X	X	X	✓	✓
Kumamoto	X	✓	✓	X	✓	✓
Yonezawa	X	X	X	✓	✓	✓
Privadas						
Waseda	✓	X	✓	✓	X	X
Meiji	X	X	X	X	✓	X

Fuente: Elaboración propia con datos de Kumamoto Kōtō Kōgyō Gakkō, 1911, pp. 29-30;* Kyōto Kōtō Kōgei Gakkō, 1911, pp. 25-26;* Kyūshū Teikoku Daigaku, 1912, pp. 86-88; Nagoya Kōtō Kōgyō Gakkō, 1911, pp. 19-20; Ōsaka Kōtō Kōgyō Gakkō, 1912, pp. 12-13; Shiritsu Meiji Senmon Gakkō, 1914, pp. 8 y 14-15; Tōkyō Teikoku Daigaku, 1912, pp. 184-188; Tōkyō Kōtō Kōgyō Gakkō, 1912, p. 24; Tōhoku Teikoku Daigaku, 1913, pp. 10-12; Waseda Daigaku, 1913, pp. 96-97; Yonezawa Kōtō Kōgyō Gakkō, 1913, pp. 27-27 y 30-32.

* significa que los datos corresponden a 1911.

Cabe además hacer los siguientes comentarios. En la Universidad de Waseda, además de un curso de Física, había uno de Electricidad y Magnetismo, y aparte de cursos de idioma inglés, había también de alemán. La Gimnasia era de Tipo Militar en las Escuelas Industriales

Superiores de Ōsaka y Kumamoto, y en esta última escuela había clases de Agrimensura. En la Universidad Imperial de Tōhoku y en la Escuela Industrial Superior de Tokio, se impartían clases de Ingeniería Sanitaria.

La Universidad Imperial de Tōhoku y la Universidad de Waseda, la Escuela Especializada Meiji y las Escuelas Industriales Superiores de Tokio y Ōsaka tenían materias de Física de los Materiales. Como parte de la especialidad en Maquinaria Textil de Yonezawa, había clases de Materiales Textiles y de Teñido. También había cursos de Teñido en la Escuela Superior de Artes Industriales de Kioto, que también contaba con asignaturas de Historia de las Artes y los Oficios.

En la Universidad Imperial de Tōhoku y en la de Waseda, existía una materia de Calefacción y Ventilación. En la última de estas dos instituciones también había cursos específicos de Compresores de Aire y de Máquinas para Producir Hielo. Por último, sólo en las Universidades Imperiales de Tokio y Kyūshū, y en la Universidad de Waseda, aparece la realización de una tesis de grado.

En el plan de estudios de la Escuela Industrial Superior de Tokio se especificaba que, entre las máquinas usadas en la producción que se estudiaban, estaban aquéllas para la fabricación de papel, harina, azúcar y petróleo refinado. En la Universidad Imperial de Tōhoku se especificaba que se contemplaba el estudio en particular de bombas, motores de vapor, motores de combustión interna, refrigeradores y máquinas usadas en la minería.

Estas diferencias entre los planes de estudio sugieren una cierta especialización de cada institución educativa. Por otro lado, la importancia de las máquinas textiles es notable, pero no en todas las escuelas. Las Escuelas Industriales Superiores contaban con una sólida formación científica, aunque las de Tokio y Ōsaka tenían los planes de estudio más completos.

Las instituciones privadas tenían programas ambiciosos, a pesar de ser de reciente creación. La importancia en las Universidades Imperiales de los motores marinos y las locomotoras, asociados con las actividades de las fuerzas armadas, también llama la atención.

Seiji Tsunekawa (2015, pp. 22-23) comenta que, al margen de lo que se puede observar en los planes de estudio, el influyente físico Masatoshi Ōkōchi⁷⁷ opinaba a finales del periodo Meiji que la educación de los ingenieros en Japón tenía un retraso de treinta años con respecto de las potencias occidentales. En su opinión, la enseñanza debía incluir una sólida formación en ciencias básicas y enfocarse en la teoría, pues sólo una profunda comprensión de la Ingeniería permitía hacer nuevos descubrimientos. Desde este punto de vista, el entrenamiento práctico no les correspondía a los estudiantes, pues lo recibirían en las empresas durante sus actividades profesionales. Como referencia, se presentan en la Tabla 2.13 los planes de estudio de 1912 de la Universidad Imperial de Tokio y de la Escuela Especializada Meiji.

Tabla 2.13. Planes de estudio de 1912 de la Universidad Imperial de Tokio y de la Escuela Especializada Meiji

Año escolar	Universidad Imperial de Tokio	Escuela Especializada Meiji
	Cursos	Cursos
1	Matemáticas	Matemáticas
	Mecánica	Física
	Mecánica Aplicada	Experimentos de Física
	Motores térmicos	Mecánica
	Ingeniería Mecánica	Química
	Hidráulica	Experimentos de Química
	Métodos de Fabricación de Maquinaria	Dibujo Mecánico
	Estructuras Arquitectónicas	Ética
	Dibujo Técnico de Mecánica Aplicada y Prácticas	Gimnasia de Tipo Militar
	Dibujo Técnico y Experimentos	Inglés
	Motores Térmicos y Mecánica	Matemáticas

⁷⁷ Director del Instituto de Investigaciones Físicas y Químicas (RIKEN) (理化学研究所) entre 1921 y 1946. Esta institución fue propuesta por el químico Jokichi Takamine en 1913, y fundada en 1917 con la participación de Eiichi Shibusawa.

2	Geometría de las Máquinas y Mecánica de la Maquinaria	Materiales y Resistencia Estructural
	Motores Marinos	Mecánica y Mecanismos
	Telares	Electricidad y Magnetismo
	Locomotoras	Hidráulica
	Hidráulica	Métodos de Producción
	Fundamentos de Ingeniería Eléctrica	Motores
	Metalurgia de Producción	Dibujo y Diseño de Maquinaria
	Economía Industrial	Prácticas y Experimentos
	Ingeniería Experimental	Ética
	Dibujo Técnico y Prácticas	Gimnasia de Tipo Militar
	Experimentos de Ingeniería Eléctrica	Inglés
	Entrenamiento Práctico	
3	Conferencias Especiales	Mecánica y Mecanismos
	Experimentos de Ingeniería Mecánica	Hidráulica
	Entrenamiento Práctico	Motores
	Proyecto y Tesis de Grado	Metalurgia de Producción
		Ingeniería Eléctrica
		Experimentos de Ingeniería Eléctrica
		Maquinaria de Producción
		Dibujo y Diseño de Maquinaria
		Prácticas y Experimentos
		Ética
Gimnasia de Tipo Militar		
Inglés		
4		Motores
		Ingeniería Eléctrica
		Métodos de Arquitectura de Fábricas
		Maquinaria de Producción
		Máquinas Especiales
		Economía Industrial
		Contabilidad Industrial
		Dibujo y Diseño de Maquinaria
		Prácticas y Experimentos
		Ética
		Gimnasia de Tipo Militar
		Inglés

Fuente: Elaboración propia con datos de Shiritsu Meiji Senmon Gakkō, 1914, pp. 8 y 14-15; Tōkyō Teikoku Daigaku, 1912, pp. 184-188.

2.7. Comentarios finales

En resumen, la enseñanza de la Ingeniería Mecánica en Japón tuvo dos orígenes. Uno de ellos fue el Ministerio de Obras Públicas, como parte de una ambiciosa política industrial que, sin embargo, sólo tuvo continuidad durante alrededor de quince años. El otro fue el Ministerio

de Educación, como parte de la enseñanza universitaria de las ciencias. En ambos casos, la influencia más importante fue la británica, seguida de la estadounidense,⁷⁸ a través de profesores extranjeros, japoneses con estudios fuera de su país y los libros de texto empleados. Más tarde, hubo una fusión de la enseñanza conducida por ambas instancias, la cual quedó bajo la tutela del Ministerio de Educación. Con el paso de los años, la educación tecnológica se expandió, tanto en universidades y escuelas industriales superiores públicas como en instituciones privadas que atendían amplias regiones del país. Después de casi veinte años de enseñanza de la Ingeniería Mecánica, Japón ya era autosuficiente, en el sentido de que podía prescindir de profesores extranjeros o de enviar a estudiantes a otros países.

Al principio del periodo Meiji, las instituciones de educación superior se tenían que encargar también de los estudios preparatorios. En un segundo momento, a falta de una política industrial articulada, hubo un relativo estancamiento en el desarrollo de la enseñanza de la Ingeniería y en el crecimiento de la matrícula. Sin embargo, cuando Japón se empezó a involucrar en conflictos bélicos, se presentó una sofisticación de la industria y un impulso decidido a la educación técnica, lo cual se reflejó en los planes de estudio. En el siguiente capítulo se hablará de dicho desarrollo industrial.

En este sentido, durante el periodo Meiji, los artefactos gubernamental e industrial del gran sistema tecnológico considerado sufrieron transformaciones, primero con la desarticulación de una política industrial hasta cierto punto insostenible, como se comentó en el primer capítulo, y luego con su subordinación a la política expansionista de Japón. Estos cambios tuvieron repercusiones en los proyectos de enseñanza de la Ingeniería al interior del tercer

⁷⁸ No obstante, en otros campos de estudio, así como en otros Ministerios, se buscó la asesoría de expertos de otros países, según criterios particulares para cada caso. Un ejemplo es la presencia de alemanes en el ámbito de la Medicina.

artefacto del sistema, es decir, las instituciones educativas del país, y determinaron el tipo de formación académica de los ingenieros mecánicos del periodo.

Estos ingenieros mecánicos, a su vez, se integraron a dicho sistema y a sus procesos, en particular como formadores de las nuevas generaciones de tecnólogos. A continuación, se explicarán las interacciones que las instituciones educativas tuvieron, a través de sus profesores y egresados, con el gobierno y la industria de la maquinaria.

Capítulo 3: La importancia de la enseñanza de la Ingeniería Mecánica en la industrialización de Japón

3.1. El Ministerio de Obras Públicas y la asimilación de la tecnología extranjera

Como se explicó en el Capítulo 1, cuando inició el periodo Meiji, y en lo que se refiere a la industria de la maquinaria, en Japón básicamente existían instalaciones militares construidas por el *shogunato*, compañías extranjeras y algunos talleres privados administrados por japoneses. El gobierno expropió muchas de estas instalaciones. De cualquier manera, por la falta de personal capacitado, la industria japonesa no lograba aprovechar al máximo el equipo que se había comprado a fabricantes extranjeros. Por ejemplo, en la planta textil de Kagoshima, la eficiencia de producción era sólo del 40%, en comparación con la de fábricas que usaban la misma maquinaria en Inglaterra (Sakai, 2004, pp. 60 y 67).

Los primeros años del periodo Meiji vieron la creación y transformación de muchas instalaciones industriales, tanto civiles como militares. En lo que respecta a este último rubro, a principios del periodo la máxima autoridad era el Ministerio de Guerra (兵部省). En cuanto a los sitios en los que se fabricó maquinaria, este ministerio se encargó del astillero de Ishikawajima, y en 1870 estableció un arsenal en Ōsaka (大阪砲兵工廠), con base en parte de las instalaciones y el personal del astillero de Nagasaki, aunque éste como tal quedó bajo el control del Ministerio de Obras Públicas. Al año siguiente, se creó un arsenal en Tokio.

En 1872, el Ministerio de Guerra se dividió en los Ministerios de la Marina (海軍省) y del Ejército (陸軍省). El primero administró a partir de entonces los astilleros de Yokosuka,

Yokohama⁷⁹ e Ishikawajima, y fundó en 1886 uno en Sasebo, en la prefectura de Nagasaki, y en 1889 uno en Kure, en la prefectura de Hiroshima, y otro en Maizuru, en la prefectura de Kioto. El Ministerio del Ejército administró los arsenales de Ōsaka y Tokio. Además, estableció uno en Moji, en la prefectura de Fukuoka, en 1894. Éste fue trasladado a Kokura⁸⁰ en 1912.

Por su parte, el Ministerio de Obras públicas fundó tres Divisiones de Producción (工作分局) en 1871, en Nagasaki, Hyōgo⁸¹ y Akabane (en Tokio). Henry Dyer colaboró en el establecimiento de esta última. Las tres divisiones estaban conformadas por astilleros equipados con una fábrica de máquinas herramienta. La primera se especializó en calderas, la segunda en reparación y construcción de embarcaciones, y la tercera en motores de vapor. Usaban maquinaria importada, aunque en el caso de Akabane se usó equipo que había sido comprado previamente por el dominio de Saga. Durante el periodo de existencia del Ministerio de Obras Públicas, las tres Divisiones superaron considerablemente sus capacidades tecnológicas (Sawai, 2016, pp. 1-7).

En la División de Akabane, dos ingenieros mecánicos egresados del Colegio Imperial de Ingeniería en 1880, Yoshiaki Yasunaga y Tatō Saka, trataron de imitar maquinaria textil fabricada por la empresa inglesa William Higgins & Sons. El resultado no fue bueno, y en su momento recibió muchas críticas. Sin embargo, desde el punto de vista de la acumulación de experiencia fue un intento muy importante (Nakaoka, 2006, pp. 452-453).

⁷⁹ Ambos transferidos desde el Ministerio de Obras Públicas poco tiempo antes.

⁸⁰ En la actual ciudad de Kitakyūshū.

⁸¹ Creado a partir de la fusión de dos talleres: uno que había sido propiedad del dominio de Kaga, y uno comprado a extranjeros residentes en Japón.

Kōzō Yamamura (1977, pp. 115-116) ha comentado que, aunque oficialmente el objetivo del Ministerio de Obras Públicas era el de apalancar el desarrollo de todos los organismos gubernamentales y de todo el sector privado, en realidad planeó sus actividades para satisfacer las necesidades de las fuerzas armadas. Esto se concluye, por ejemplo, a partir de la similitud entre las Divisiones de Producción del Ministerio y las instalaciones militares, en cuanto al equipo con el que contaban y su forma de organización.

Este ministerio creó también fábricas de locomotoras en Shinbashi⁸² y Kōbe, y talleres de maquinaria en las minas de carbón de Takashima y Miike, expropiadas a los dominios de Hirado y Miike, respectivamente. El mismo ministerio y otras dependencias gubernamentales eran los principales clientes de las fábricas mencionadas. Por otro lado, era en este tipo de instalaciones donde los estudiantes del Colegio recibían su entrenamiento práctico.

Sin embargo, la compra de maquinaria y refacciones, así como la contratación de servicios de reparación a las fábricas del Ministerio de Obras Públicas por parte del mismo gobierno, tenía un precio elevado. Las razones eran que había altos costos de fabricación, tiempos de entrega excesivos y una calidad irregular en los productos. Todo lo anterior, a su vez, era debido principalmente a la falta de personal capacitado, tanto en aspectos técnicos como administrativos. Esto solía suceder incluso a pesar de la presencia de asesores extranjeros, pues independientemente de lo exitosa que pudiera haber sido su trayectoria en otros países y de los altos salarios que recibían, a menudo fracasaban en Japón por desconocer sus circunstancias particulares o no saber cómo lidiar con ellas.⁸³

⁸² En 1872, el primer ferrocarril en Japón inició operaciones, entre las estaciones de Shinbashi, en Tokio, y Yokohama. La locomotora había sido fabricada por la empresa inglesa Yorkshire Engine.

⁸³ Un caso es el de la fábrica siderúrgica de Kamaishi. Cuando el gobierno Meiji la expropió, les solicitó de manera independiente a Takatō Ōshima, mencionado anteriormente, y al alemán Louis Bianchi, quien había estudiado en la Escuela de Minas de Freiberg, la elaboración de un proyecto de desarrollo de sus instalaciones.

Tal situación, generalizada en la industria japonesa de la época, era problemática en el corto plazo, en especial en el aspecto financiero, pero tenía como beneficio el estímulo a múltiples ramos industriales y el fomento de conocimientos endógenos, base de una ulterior independencia tecnológica. Dicho de otro modo, era un proceso que se veía como indispensable para aprovechar al máximo la transferencia tecnológica, aunque con resultados en el largo plazo.

Los astilleros y arsenales de los Ministerios de Obras Públicas, de la Marina y del Ejército eran las fábricas mejor habilitadas en Japón para satisfacer las necesidades de maquinaria del sector privado. Esto era debido tanto a su capacidad técnica como a las dimensiones de sus instalaciones. Por ejemplo, para 1884, había alrededor de tres mil trabajadores en los Arsenales de Tokio y Ōsaka considerados en conjunto (Suzuki, 1998, pp. 15 y 83-89).

De cualquier manera, debido a las limitaciones de las fábricas del gobierno, la importación de maquinaria era inevitable. Para satisfacer la demanda existente, varias comercializadoras extranjeras, como la canadiense Andrews & George, que inició operaciones en Japón en 1870, fungieron como representantes de diversos fabricantes como agentes de ventas. Otro caso fue la importante empresa británica Alfred Herbert, que abrió una sucursal en Japón en 1906.

También hubo empresas importadoras nacionales, como Roku-Roku Shōten (碌々商店),⁸⁴ que empezó a fabricar máquinas herramienta en 1912, pero que comenzó como una

El proyecto seleccionado fue el que presentó Bianchi, y la operación de la fábrica fracasó. Ésta tuvo éxito hasta que fue vendida al comerciante Chōbei Tanaka, quien adoptó un plan similar al de Ōshima. De manera similar, quince expertos alemanes fracasaron en la fase inicial de la fábrica siderúrgica de Yahata. Los resultados esperados se presentaron sólo después de que se llamó como asesor a Kageyoshi Noro, metalurgista egresado de la Universidad de Tokio que había trabajado como asesor en la fábrica de Kamaishi.

⁸⁴ Actualmente Roku-Roku Sangyō (碌々産業).

importadora y comercializadora de las mismas en 1903. En 1906 se estableció Yamatake Shōkai (山武商会),⁸⁵ importadora y comercializadora de maquinaria de manufactura estadounidense y europea. Fue fundada por Takehiko Yamaguchi, ingeniero mecánico egresado de la Escuela Vocacional de Tokio en 1891 (Sawai, 2016, pp. 78-79).

3.2. La industria textil y el desarrollo del sector privado

David S. Landes (1969, pp. 1-110) comenta que la Revolución Industrial marcó el tránsito de una economía agraria y artesanal a una economía dominada por la industria y la fabricación de maquinaria por medio de cambios tecnológicos en tres áreas: 1) la sustitución de capacidades humanas por dispositivos mecánicos, 2) el reemplazo de la fuerza humana y animal por nuevas fuentes de energía y 3) el desarrollo de nuevos métodos para obtener y transformar las materias primas, relacionados sobre todo con los metales y las sustancias químicas. Además del ahorro de trabajo humano, esta revolución, que inició en el siglo XVIII en Inglaterra, desde donde se extendió a otros países, redundó en una mejor calidad y una mayor velocidad de producción.

Uno de los primeros avances de la Revolución Industrial fue la máquina de vapor que Thomas Newcomen inventó en 1712. Ésta fue mejorada poco más de cincuenta años después por el escocés James Watt, quien trabajó como fabricante de instrumentos en la Universidad de Glasgow. El propósito original de estos aparatos era el de extraer agua de las minas, pero con el tiempo su uso se extendió a otras industrias, en particular la textil.

⁸⁵ Actualmente Azbil.

La producción de tejidos, importante en todas las culturas desde la Antigüedad, fue uno de los primeros sectores que adquirió las características propias de la industrialización en Inglaterra, al igual que lo que sucedió en otros países, incluyendo Japón. En ambos países, esta industria se convirtió en la más importante en términos de inversión de capital, fuerza de trabajo y valor de producción. Aparte del uso del vapor como fuente de energía, en ella se usaron telares mecánicos para llevar a cabo operaciones anteriormente ejecutadas por personas, los cuales estaban fabricados de metal. Por otro lado, para las telas se usaron sustancias químicas como detergentes, lejías, mordientes y tintes. Es decir, los cambios tecnológicos mencionados por Landes se aplicaron en la industria textil en toda su extensión, desde las primeras etapas de la Revolución Industrial.

Los avances de la industria textil se dieron de manera sucesiva en las actividades interdependientes del hilado y el tejido a partir de la primera mitad del siglo XVIII, cuando John Kay inventó la lanzadera volante. Ya en la segunda mitad de la centuria, James Hargreaves ideó la hiladora Jenny y Richard Arkwright la hiladora hidráulica. Más tarde, Samuel Crompton⁸⁶ combinó los dos dispositivos anteriores, y al resultado se le denominó “mula de hilar”, debido a que era la hibridación de dos especies. En 1784, el también inglés Edmund Cartwright inventó el telar mecánico.⁸⁷

En ese contexto, en Japón el ramo textil tuvo un desarrollo notable durante las primeras décadas del periodo Meiji, incluso durante la década siguiente a la desaparición del Ministerio de Obras Públicas. Siguiendo el ejemplo de la planta de Kagoshima inaugurada

⁸⁶ Kay, Hargreaves, Arkwright y Crompton eran originarios del condado de Lancashire, que se convirtió en el centro productivo de algodón más importante del mundo.

⁸⁷ Muchos inventores desarrollaron mejoras a este telar durante las décadas siguientes, de las cuales se derivó el llamado telar de Lancashire, aparato semiautomático creado por James Bullough y William Kenworthy en 1842.

en 1867, se establecieron en Sakai (堺紡績所), en la prefectura de Ōsaka, y en Tokio (鹿島紡績所) sendas fábricas de algodón, en 1870 y en 1872, respectivamente.⁸⁸ De hecho, por medio de gestiones del gobierno, se importaron de Inglaterra alrededor de dos mil husos.⁸⁹ Por otro lado, en 1872 se estableció la Fábrica de Manufactura de Seda de Tomioka (富岡製糸場), en la prefectura de Gunma.

Tetsurō Nakaoka (2006, pp. 190-255 y 452) ha destacado en el rubro de la industria textil el caso de la Hilandería de Ōsaka (大阪紡績),⁹⁰ fundada en 1882 bajo la administración de Takeo Yamanobe. Él había viajado a Inglaterra para estudiar Economía, pero a petición de Eiichi Shibusawa empezó a estudiar Ingeniería Mecánica en el King's College de Londres. Más tarde trabajó como aprendiz en la industria textil del condado de Lancashire. Al regresar a Japón, en 1880, Yamanobe presentó un plan para construir una fábrica, la cual se estableció como una sociedad por acciones bajo el liderazgo de Shibusawa, y con la participación de Denzaburō Fujita.⁹¹

Yamanobe decidió comprar varias mulas de hilar a Platt Brothers, empresa que envió a Japón al técnico William Nield para proporcionar asistencia técnica. Se adquirió además, por medio de Mitsui, una caldera y una máquina de vapor fabricadas por la empresa inglesa Hick, Hargreaves & Company. La Hilandería de Ōsaka era una empresa de grandes dimensiones, pues contaba con alrededor de diez mil husos, es decir, muchos más de los que el gobierno había importado años atrás.

⁸⁸ A estas dos, junto con la de Kagoshima, se les conoce en la literatura como “las tres hilanderías pioneras” (始祖三紡績).

⁸⁹ En la literatura sobre el tema se emplea con frecuencia la expresión “los dos mil husos” (二千錠紡績).

⁹⁰ Actualmente parte de la empresa Toyobo.

⁹¹ Fundador del consorcio Fujita, actualmente parte de Dowa Holdings.

Nakaoka comenta que esta empresa tuvo un éxito considerable, debido a la conjunción del talento y la experiencia de Yamanobe y Nield, que se tradujeron en decisiones acertadas en cuanto a la instalación de motores hidráulicos y la elección de materias primas y de métodos de manejo de personal. Sobre este último punto, cabe destacar la implementación de un turno diurno y uno nocturno, y la capacitación de cuatro técnicos dentro de la empresa, para lo cual se usaron manuales que Yamanobe había traído de Inglaterra y traducido al japonés. Éste se convirtió en un ejemplo a seguir en el desarrollo de sistemas de capacitación al interior de las compañías, otro pilar de la industria del periodo Meiji, además de la educación formal, estudiada en este trabajo.

Shin'ichirō Arakawa, ingeniero mecánico que perteneció a la primera generación de egresados del Colegio Imperial de Ingeniería, presentó en 1885 un reporte de evaluación sobre las operaciones de la Hilandería de Ōsaka, mientras trabajaba como técnico del Ministerio de Agricultura y Comercio, a donde había ingresado dos años antes. En este reporte, que fue una contribución importante al desarrollo de esta empresa, se observa la aplicación de los conocimientos que poseía, tanto sobre ciencias básicas, como acerca de la maquinaria y de la industria textil en general.

En 1880, un año después de graduarse, Arakawa había viajado a Inglaterra, donde estudió sobre maquinaria textil en el Manchester Polytechnic.⁹² Después, visitó un total de veinticinco fábricas en la misma zona, y en algunas de ellas trabajó como aprendiz. En el reporte mencionado incluyó un análisis microscópico de fibras de algodón provenientes de diferentes países, e hizo recomendaciones acerca de los conocimientos técnicos que debía

⁹² Actualmente Manchester Metropolitan University. Manchester se ubica en el condado de Lancashire.

tener cada empleado de la empresa, así como sobre los sueldos que cada uno tendría que recibir según sus capacidades.

Después del éxito de la Hilandería de Ōsaka surgieron varias empresas de dimensiones similares que utilizaron un modelo de operación semejante. La primera de ellas fue la Hilandería de Mie, que usó parte de los husos importados por el gobierno mencionados previamente. Fue fundada en 1886 en el pueblo de Yokkaichi, también con la participación de Eiichi Shibusawa. Tsunezō Saitō, ingeniero mecánico egresado del Colegio Imperial de Ingeniería en 1882, fue nombrado jefe técnico de esta empresa.

En realidad, él era nuevo en la industria textil. El tema de su tesis había sido el de las turbinas, y después de graduarse había trabajado como técnico de maquinaria en la Casa de Moneda. También había colaborado en la instalación de la máquina de vapor de la Hilandería de Ōsaka. Ya como empleado de la Hilandería de Mie, Saitō viajó a Inglaterra para familiarizarse con la industria textil y comprar maquinaria, también a Platt Brothers.

Un caso similar fue el de Kyōzō Kikuchi, uno de los últimos ingenieros mecánicos egresados del Colegio Imperial de Ingeniería, y titulado con una tesis sobre calderas. Él sustituyó a Saitō en la Casa de Moneda, pero después fue contratado por la Hilandería Hirano. Ya como empleado de esta empresa, Kikuchi viajó a Inglaterra para estudiar en el Manchester Technical College por las noches, mientras de día trabajaba en una fábrica a la que ingresó por recomendación de Platt Brothers.

A Saitō y a Kikuchi se les concedieron amplias facultades para tomar decisiones técnicas, incluyendo la compra de maquinaria. Por su falta de experiencia, buena parte de su trabajo

estuvo basado en el ensayo y error,⁹³ pero sus conocimientos de Ingeniería Mecánica informaron sus decisiones. De cualquier forma, sus empresas fueron exitosas, en particular cuando optaron por reemplazar la mula de hilar por la máquina de anillo a finales del siglo XIX. No obstante, es preciso destacar que ellos dos, al igual que Yamanobe, no se dedicaron propiamente al desarrollo tecnológico, sino más bien a la selección de equipo, la operación de maquinaria y la administración de fábricas.

En todo caso, es preciso recalcar que los alcances de la política industrial japonesa de entonces eran limitados, para empezar porque en el país nadie contaba con mucha experiencia. Por supuesto, incluso los procesos de reclutamiento de asesores extranjeros tenían sus deficiencias. En algunas ocasiones estaban basados sólo en recomendaciones, como en los casos mencionados en el capítulo anterior, y en otras sólo eran elegidos entre los empresarios (o sus empleados) que habían llegado a Japón previamente con intereses comerciales.⁹⁴ Naturalmente, la mayoría de ellos tendían a solicitar la compra de equipo fabricado en sus propios países.

3.3. El desarrollo militar como detonante del desarrollo de la industria de la maquinaria

Como ya se ha dicho, con la política de privatización de la industria, principalmente en la década de 1880, varias de las instalaciones del Ministerio de Obras Públicas pasaron a manos

⁹³ Sin embargo, cabe mencionar que el caso de Naosada Taniguchi, sobre quien se comentó previamente por sus actividades docentes, es diferente de los ejemplos mencionados. Al haber estudiado una carrera completa en Escocia, a diferencia de sus compatriotas que permanecieron menos tiempo en Gran Bretaña, tenía un conocimiento más profundo de la industria textil. Después de su paso por el Ministerio de Agricultura y Comercio, trabajó en la Hilandería Kanegafuchi (鐘淵紡績).

⁹⁴ Por ejemplo, el francés Paul Brunat, quien a partir de 1870 trabajó en el proyecto del Ministerio de Asuntos Populares (民部省) que condujo a la fábrica de manufactura de seda de Tomioka, había trabajado previamente en una comercializadora francesa establecida en Yokohama.

de inversionistas particulares. Esto implicó que los ingenieros empleados por dicho ministerio fueran transferidos a otras dependencias gubernamentales o pasaran a ser empleados del sector privado. Las empresas que se convirtieron en propietarias de las instalaciones en las que se fabricaba maquinaria empezaron a cobrar importancia como proveedores del sector privado, en especial de la industria textil, y de la Marina, de cuyas órdenes de productos dependían de manera crucial (Yamamura, 1977, pp. 118-119).

Los astilleros de Ishikawajima y Yokohama fueron vendidos a Tomiji Hirano⁹⁵ en 1876 y 1884, respectivamente, la División de Nagasaki a la Compañía de Barcos de Vapor Transportistas Mitsubishi (郵便汽船三菱会社)⁹⁶ en 1884 y la de Hyōgo en 1886 a Shōzō Kawasaki.⁹⁷ La División de Nagasaki fue cedida al Ministerio de la Marina. La mina de Takashima terminó en manos de Mitsubishi, y la de Miike pasó a ser propiedad de Mitsui. En todo caso, un aspecto que es importante resaltar aquí es que, a pesar de un grado considerable de privatización, fue posible que todas estas instalaciones quedaran en manos de japoneses.

Con la desaparición del Ministerio de Obras Públicas y la división de sus funciones entre dependencias que no tenían políticas públicas en las que la industria de la maquinaria fuera particularmente importante, inició una década de pocos incentivos para la misma. Tanto para las fuerzas armadas como para las empresas solía ser más barato comprar maquinaria importada, la mayoría de las veces a comercializadoras extranjeras, y esto tenía como consecuencia menos fuentes de trabajo para los ingenieros mecánicos, o por lo menos

⁹⁵ Hirano había sido empleado de Thomas B. Glover y de la fábrica siderúrgica de Yokohama. En 1889, el astillero de Ishikawajima se constituyó como empresa, y el de Yokohama se convirtió en subsidiario de aquél. Esta empresa se conoce actualmente como IHI.

⁹⁶ Más tarde parte del *zaibatsu* Mitsubishi.

⁹⁷ Fundador de Industrias Pesadas Kawasaki (川崎重工業).

empleos de menor grado de especialización. De esta manera, aunque durante la década que transcurrió entre 1885 y 1895 la producción industrial y la multiplicación de las empresas tuvieron un crecimiento sostenido considerable, no sucedió así con la fabricación de maquinaria, aunque sí con la cantidad de importaciones de la misma.

Las fuerzas armadas y las empresas que contaban con talleres de maquinaria siguieron produciendo un cierto volumen de la misma, para no ser completamente dependientes y evitar largos tiempos de espera de piezas importadas. Sin embargo, para hacerlo, y para la demanda de mantenimiento y reparaciones de la maquinaria de la industria japonesa, no se necesitaba que la matrícula de las instituciones de educación superior tecnológica aumentara considerablemente. Es posible decir entonces que bastaba con los beneficios de la inercia de la política industrial del decenio anterior.

Con el paso de los años se empezó a presentar una clara tendencia en la que el empleo de maquinaria para las actividades militares era mucho mayor que el de otras áreas. Hacia 1890, en términos de caballos de fuerza instalados, la mayor industria era la construcción de embarcaciones. Le seguía la del carbón, y después estaban los arsenales militares. Mientras tanto, en las industrias textiles y alimentarias se encontraban instalados menos de la mitad de los caballos de fuerza en comparación con aquellas industrias (Suzuki, 1998, pp. 83-114).

Yamamura (1997, pp. 119-124) comenta que, desde el otoño de 1893, cuando ya se había decidido iniciar una guerra con China, los arsenales militares trabajaban las 24 horas del día para aumentar su producción de barcos, pistolas, etc. Como la capacidad de las fuerzas armadas no era suficiente, recurrieron a los servicios de los astilleros privados más grandes, como el de Ishikawajima y el de Hyōgo, lo cual elevó las capacidades tecnológicas de los mismos. Japón tenía la capacidad suficiente para ganar la guerra, que pudo concluir en ocho

meses. Sin embargo, esto era sólo el inicio de un ambicioso plan de expansión, hacia Corea y China, por lo que Japón tenía que prepararse para el conflicto inminente con Rusia.

Cuando esta guerra llegó, el reto era mayor, por lo que las fuerzas armadas tuvieron que recurrir a una gama mucho más amplia de empresas privadas en calidad de proveedores. Para que estos negocios pudieran cumplir con las necesidades de la milicia, las fuerzas armadas capacitaron a su personal, lo que significó una amplia difusión de conocimiento tecnológico.

Yamamura también menciona que el rápido crecimiento de Tanaka Seisakusho, una de las principales empresas de maquinaria del periodo Meiji, inició en 1882 con una orden de fabricación de torpedos por parte de la Marina, que se encargó de brindar asistencia técnica. De hecho, el volumen de la demanda por parte de las fuerzas armadas permitió que en 1889 un empleado de Tanaka Seisakusho, Shōtarō Ikegai, se independizara para fundar Ikegai (池貝), la primera empresa privada de máquinas herramienta en Japón. Inició con la producción de tornos, y en 1896 fabricó el primer motor de fuelóleo de manufactura japonesa.

El desarrollo industrial de estos años es evidente en el hecho de que, para 1890, los arsenales de la Marina y el Ejército juntos contaban con alrededor de 13,000 trabajadores, número que en 1912 había sobrepasado los 75,000. La cantidad de personal en industrias privadas asociadas a la maquinaria creció de manera semejante, con un total de cerca de 6,000 trabajadores en 1890, y de casi 70,000 en 1912. Así, el total era de más de 145,000 para este último año, si se suman los empleados de las fuerzas armadas y el sector privado. Comparando con los datos del capítulo anterior, resulta que aproximadamente un 0.5% de ellos eran ingenieros.

Así, el sistema tecnológico considerado en esta tesis pasó de tener un sector privado marginal y una industria gubernamental con objetivos bélicos, a contar con fuerzas armadas que alimentaban a empresas particulares para poder crecer ellas mismas. Para esta interacción se requirió de una transmisión de conocimiento especializado, que se llevó a cabo por medio de la circulación de oficiales de las fuerzas armadas y de empleados de las empresas, incluyendo muchos ingenieros, entre las fábricas de los Ministerios de la Marina y el Ejército, y del sector privado. Este fenómeno coincide con la expansión del sistema de educación tecnológica explicado en el capítulo anterior, importante para enfrentar aumentos posteriores en la demanda de armamento, y para el consiguiente desarrollo de toda la cadena industrial. Con base en un análisis estadístico de las listas de los miembros de la Asociación de Ingenieros (学士会),⁹⁸ Shōji Uemura (2017 y 2018) ha identificado que muchos ingenieros del periodo Meiji cambiaron de empleo durante su carrera profesional, y circularon entre los ministerios, los gobiernos locales, el sector privado, las fuerzas armadas y las instituciones educativas. En esta circulación de personal, destaca el caso de ingenieros de varias especialidades que, después de ocupar un cargo en las fuerzas armadas, se desempeñaron en el sector privado en la época de las guerras contra China y Rusia.

Este fue uno de los mecanismos por medio de los cuales se difundieron los conocimientos técnicos necesarios para que las empresas pudieran cumplir con las solicitudes de las fuerzas armadas mencionadas anteriormente. Entre dichos ingenieros se encontró Seinoshin Imada, ingeniero mecánico egresado del Colegio Imperial de Ingeniería en 1879, quien en 1893 trabajaba en el Arsenal de Ōsaka, y en 1901 en la Mina de Besshi de Sumitomo (2018, p. 32).

⁹⁸ Asociación fundada en 1886 por ingenieros egresados de la Universidad Imperial.

3.4. La diversificación y sofisticación de la industria de la maquinaria en Japón

La dinámica industrial de Japón de la segunda mitad del periodo Meiji favoreció la demanda de ingenieros mecánicos con la aparición de una gran variedad de empresas relacionadas con la fabricación o el uso de maquinaria. A su vez, la formación de ingenieros mecánicos permitió que estas empresas elevaran su capacidad tecnológica.

En ocasiones, la fabricación de maquinaria iniciaba en una empresa de otro ramo como respuesta a sus necesidades. Esto es lo que ocurrió con la Fábrica Siderúrgica de Niigata (新潟鉄工所), establecida en 1895 como parte de Petróleos de Japón (日本石油), fundada a su vez en 1888. Dicha fábrica se independizó en 1910. En el caso de otras empresas, sus productos se diversificaron con el tiempo. Por ejemplo, en 1898 se fundó Ōkuma Menki Shōkai (大隈麵機商会), con el propósito de construir máquinas para producir pasta *udon* de una manera más eficiente. En 1904, esta empresa comenzó a fabricar y a vender máquinas herramienta. Posteriormente se especializó en tornos. Ese mismo año se fundó la Fábrica Siderúrgica Wakayama (若山鉄工所),⁹⁹ que inició operaciones con la fabricación de máquinas troqueladoras y tornos.

Además de dichas empresas, existieron aquellas que fabricaron máquinas herramienta empleando patentes extranjeras bajo licencia. Como parte de la mina de carbón Hagaya (芳谷炭坑), que había sido establecida alrededor de 1720, en 1909 se fundó la Siderúrgica

⁹⁹ Actualmente Shin Nippon Kōki (SNK) (新日本工機).

Karatsu,¹⁰⁰ donde años después se empezaron a fabricar tornos con base en modelos de la compañía estadounidense Pratt & Whitney.

Un caso poco común, de una empresa fundada por un extranjero que echó raíces en Japón, fue la Fábrica Siderúrgica Ōsaka (大阪鉄工所), establecida en 1881 por el inglés Edward Hazlett Hunter. En un principio se concentró en la construcción de embarcaciones, pero como pretendía ser autosuficiente empezó a producir también maquinaria. Para 1908 fabricaba ya petroleros, y en los veinte se había especializado en puentes de hierro, e incursionó en el ámbito de las plantas hidroeléctricas.

Otro ejemplo del desarrollo industrial de la segunda mitad del periodo Meiji es la Fábrica Hiraoka (平岡工場), fundada en 1890 por Hiroshi Hiraoka, Eiichi Shibusawa y Takashi Masuda,¹⁰¹ y que inició operaciones en un terreno prestado que era propiedad del Arsenal de Tokio. Hiraoka había viajado con sus propios medios a Estados Unidos, donde permaneció cinco años. Después de estudiar ahí durante una corta temporada, trabajó en fábricas de locomotoras. A su regreso, trabajó como técnico en la Oficina de Ferrocarriles del Ministerio de Obras Públicas.

Durante esta época también se fundaron otras empresas de fabricación de ferrocarriles, como Nippon Sharyō Seizō (日本車輛製造) y Kisha Seizō de Ōsaka (大阪汽車製造),¹⁰² ambas establecidas en 1896. Ésta última, fundada por Masaru Inoue después de retirarse del servicio gubernamental, absorbió a la Fábrica Hiraoka en 1901.

¹⁰⁰ Actualmente Karats Precision.

¹⁰¹ Director de Mitsui que negoció la compra de la mina de Miike.

¹⁰² Actualmente parte de Industrias Pesadas Kawasaki.

Como ya se mencionó, empresas como Mitsubishi y Mitsui entraron en el negocio de la maquinaria al comprar fábricas que eran originalmente propiedad del Ministerio de Obras Públicas. Otras *zaibatsu* no se quedaron atrás. Sumitomo fundó su división de maquinaria pesada (住友重機械工業) en 1888, para proporcionarle servicios de reparación de equipo a su mina de cobre de Besshi.¹⁰³

Por su parte, Sōichirō Asano fundó en 1896 la sociedad por acciones Barcos de Vapor Tōyō (東洋汽船), con la participación de Eiichi Shibusawa, Zenjirō Yasuda y Kihachirō Ōkura, entre otros, como inversionistas. Ese año se había promulgado la Ley para el Fomento de la Construcción de Embarcaciones (造船奨励法). De dicha empresa surgió el Astillero Asano (浅野造船所), que colaboró con el Astillero Naval de Yokosuka en la construcción, a partir de 1918, del primer portaaviones del mundo, llamado Hōshō (鳳翔), que incluso se usó en la Segunda Guerra Mundial (Sawai, 2016, pp. 1-8 y 52-57).

Por otro lado, los avances en la industria textil continuaron. Quizás el ejemplo más notable es el de Sakichi Toyoda. Él era originario de Shizuoka e hijo de un carpintero, de quien fue asistente. Por su parte, su madre dedicaba parte de su tiempo a tejer. Con este contexto familiar, e inspirado por la promulgación de la Regulación sobre Patentes (専売特許令), promulgada en 1885, Toyoda se interesó en el desarrollo de la tecnología de los telares. De hecho, en 1891 patentó su primera invención: un telar de mano de madera. Tres años después se mudó a Nagoya, donde le pidió a un amigo que trabajaba en la producción de hierro que fabricara componentes metálicos para un prototipo de telar mecánico.

¹⁰³ En operación desde 1691.

En 1898 registró la primera patente de un aparato de este tipo en Japón, el cual tenía un dispositivo que detenía el movimiento del tejido cuando el hilo de la lanzadera se rompía o se agotaba, lo cual evitaba fallas posteriores.¹⁰⁴ Toyoda continuó haciendo mejoras semejantes a lo largo de su vida, de modo que ésta sería sólo una de sus decenas de invenciones relacionadas con los telares que quedarían registradas bajo su nombre, tanto en Japón como en otros países.

Mitsui se interesó por las invenciones de Toyoda. En esos años, la industria textil japonesa había llegado a una capacidad de producción excesiva, lo cual causaba que muchas empresas del ramo tuvieran que fusionarse con otras, o ser absorbidas por otras mayores. Para fabricar y vender los telares diseñados por Toyoda, Mitsui fundó en 1899 la Comercializadora Igeta (井桁商会), en la cual Toyoda fue nombrado jefe técnico (技術長). Para evaluar la viabilidad de las invenciones de Toyoda, Mitsui le solicitó asistencia técnica a Narazō Takatsuji, ingeniero mecánico graduado de la Universidad Imperial en 1889.

En 1902, Toyoda renunció a la Comercializadora Igeta y fundó su propia empresa, la Comercializadora Toyoda (豊田商会). Kamenosuke Fujino, director de la sucursal de Mitsui en Ōsaka, y quien previamente había ayudado a Toyoda en sus negocios, le sugirió que convirtiera su empresa en una sociedad por acciones. Toyoda aceptó, y en 1906 la empresa se convirtió en Telares Toyoda (豊田式織機).¹⁰⁵ Así, las invenciones de Toyoda quedaron ligadas nuevamente a Mitsui. Toyoda fue nombrado director (常務取締役), pero abandonó dicho cargo en 1910.

¹⁰⁴ Este dispositivo fue el inicio del principio de automatización (自動化) usado posteriormente en el Sistema de Producción Toyota y en la manufactura esbelta (*lean manufacturing*) en general.

¹⁰⁵ Actualmente, esta empresa es parte de Howa Machinery (豊和工業).

Durante estos años, el objetivo principal de Sakichi Toyoda era el perfeccionamiento de los telares automáticos. Los primeros resultados de sus esfuerzos fueron varias mejoras al telar de Northrop,¹⁰⁶ las cuales patentó en 1902 y 1903.¹⁰⁷ Jun Suzuki (1998, pp. 252-253 y 325-327) considera que es muy probable que Narazō Takatsuji también haya asesorado a Toyoda para el desarrollo de estas invenciones, por el vínculo personal y profesional existente entre ambos en esos años. En 1905, Toyoda contrató a dos ingenieros mecánicos para que colaboraran con él: Moriharu Seki, egresado de la Universidad Imperial de Tokio, y Tomigorō Tsuchiya, graduado de la Universidad Imperial de Kioto.

Por otra parte, también originario de Shizuoka y aprendiz de carpintería, Michio Suzuki desarrolló sus propios telares y fundó en 1909 el Taller de Telares Suzuki (鈴木式織機製作所). En 1936 diseñó un prototipo de un automóvil, proyecto que la empresa retomó después de la Segunda Guerra Mundial.¹⁰⁸ En la misma zona de Shizuoka, en Hamamatsu, y con el mismo apellido, Seijirō Suzuki fundó Telares Suzusei (鈴政式織機) en 1904.¹⁰⁹

En 1924, Sakichi Toyoda terminó el llamado Telar Automático Tipo G, cuya patente vendió a Platt Brothers. Así, la relación tecnológica entre Japón y el Reino Unido, que había iniciado con la compra que Tomoatsu Godai hizo a dicha empresa casi sesenta años atrás, de alguna

¹⁰⁶ Este telar completamente automático había sido introducido al mercado por la empresa estadounidense George Draper and Sons en 1895. Se conoce con ese nombre porque usaba varias patentes registradas por el inglés James Henry Northrop, empleado de dicha empresa. Desplazó el uso del telar de Lancashire.

¹⁰⁷ En esta época, un telar de Northrop importado costaba 150 dólares, mientras que un telar basado en aquél, pero modificado con las invenciones de Toyoda, tenía en Japón un costo de producción de alrededor de 85 dólares.

¹⁰⁸ En 1954, el nombre de la empresa cambió a Suzuki Motor Corporation.

¹⁰⁹ Actualmente Enshu, empresa especializada en máquinas herramienta.

manera se empezaba a invertir. Dos años más tarde, Toyoda creó una nueva empresa, llamada Toyoda Industries¹¹⁰ (豊田自動織機), para la fabricación de telares automáticos.

Kiichirō, hijo de Sakichi, se graduó en 1920 como ingeniero mecánico de la Universidad Imperial de Tokio. Poco después de la muerte de Sakichi, en la década de los treinta, decidió crear una división de Toyoda Industries que incursionara en la industria automotriz. En 1936 se decidió que, en vez de Toyoda, la empresa se llamaría Toyota. Al año siguiente, la división automotriz se independizó, dando lugar a Toyota Motor.¹¹¹

Para entonces, la industria automotriz ya había dado sus primeros pasos. En 1911, Masujirō Hashimoto, ingeniero mecánico egresado de la Escuela Industrial Superior de Tokio, fundó en 1911 la empresa Kwaishinsha (快進社). En un principio, ésta se dedicó a vender, reparar y ensamblar automóviles extranjeros. En 1914 completó su primer automóvil de pasajeros, llamado DAT.¹¹²

En 1912, Junya Toyokawa, quien había estudiado Ingeniería Mecánica en la misma institución que Hashimoto, aunque sin graduarse, creó la empresa Hakuyōsha (白楊社), con el propósito de fabricar máquinas herramienta. A partir de 1921 fabricó vehículos, aunque tuvo que cerrar ante la difícil competencia con los vehículos estadounidenses en 1928.¹¹³

¹¹⁰ Éste es el nombre oficial de la empresa en inglés, aunque la traducción literal del japonés sería “Telares Automáticos Toyoda”.

¹¹¹ Otras empresas que incursionaron en la industria automotriz fueron el Astillero de Ishikawajima (antecedente de Isuzu Motors), en 1916, y la Gasera de Tokio (東京瓦斯工業) (antecedente de Hino Motors) y Mitsubishi, en 1917. Posteriormente establecieron divisiones especializadas independientes.

¹¹² Modelo precursor del Datsun. Llamado así por las iniciales de los apellidos de tres socios de la compañía: Kenjirō Den, Rokurō Aoyama, Meitarō Takeuchi. Este último fundó la Sección de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Waseda. Kwaishinsha fue absorbida por Nissan en 1934.

¹¹³ No obstante, este fue el año de la fundación de Nissan, consorcio creado con base en la Minera Kuhara, y con vínculos cercanos con Hitachi. Esta última empresa se había establecido en 1910 como filial de dicha compañía minera bajo el liderazgo de Namihei Odaira, ingeniero eléctrico graduado de la Universidad de Tokio en 1900. Nissan incursionó en la industria automotriz en 1933.

Como parte de este proceso, la academia y la industria se unieron con objetivos comunes. Un ejemplo de esto fue la fundación en 1897 de la Asociación Japonesa de Ingenieros Mecánicos (日本機械学会), donde los egresados del Colegio Imperial de Ingeniería y los profesores de Ingeniería Mecánica de quienes se habló en el Capítulo 2 tuvieron una participación muy importante. De hecho, Bunji Mano fue su primer presidente (理事長), Ariya Inokuchi el segundo y Teiichi Sakata el tercero. Los demás presidentes de la Asociación durante el periodo Meiji fueron Junzō Nakahara, Tsuneta Shin, Seikichirō Hata y Chūzaburō Shiba, mencionados previamente.¹¹⁴

3.5. El mercado laboral de los ingenieros mecánicos

Jun Suzuki (1998, pp. 89-108) distingue entre dos tipos de industria de la maquinaria durante el periodo Meiji. La primera es la “industria trasplantada” (移植産業), aquella en la que se usó maquinaria importada sin mayores modificaciones. En este rubro ubica el hilado mecanizado de algodón, la fabricación de papel occidental, la distribución de electricidad, la construcción de ferrocarriles y buques, y la minería que usaba maquinaria pesada. La segunda categoría es la de la “industria que empleaba maquinaria de producción nacional” (国産機械利用産業), en la que menciona la construcción de embarcaciones pequeñas, el hilado de seda y la fabricación de telares y de maquinaria pequeña usada en la minería del carbón.

Este mismo autor menciona que en el segundo tipo de industria, es decir, en la que se usaba maquinaria nacional, se empleó más a los artesanos (熟練職工) japoneses, quienes

¹¹⁴ https://www.jsme.or.jp/japanese/contents/01/02_rekidai.html (recuperado el 29 de agosto de 2019).

aprovecharon las técnicas tradicionales que dominaban, las cuales se habían transmitido de generación en generación. En cambio, en los sectores en los que se usaba maquinaria importada, de mayor complejidad y precisión, el mantenimiento de ésta requería de un alto grado de capacidad técnica, por lo que fue aquí donde más trabajo tuvieron los egresados del sistema de educación tecnológica.

Un ejemplo concreto de lo anterior es la mina de carbón de Miike. Desde que era propiedad del Ministerio de Obras Públicas, ésta estuvo a cargo de Takuma Dan, ingeniero minero egresado del Instituto Tecnológico de Massachusetts. Él había participado en la misión Iwakura, y después se había quedado en Estados Unidos para estudiar. El taller de maquinaria de la mina, mencionado previamente y dedicado principalmente a hacer reparaciones y a fabricar maquinaria pequeña, quedó a cargo de Kōji Miyazaki, ingeniero mecánico egresado del Colegio Imperial de Ingeniería. Cuando desapareció el Ministerio de Obras Públicas, la mina fue transferida al Ministerio de Finanzas. El taller de maquinaria de la mina creció a un ritmo constante, y en 1889 contaba con siete oficiales y noventa y siete artesanos.

Poco después se contrató a un técnico inglés y a Takashi Matsuhara, ingeniero mecánico recién egresado de la Universidad Imperial, quienes se dedicaron al mantenimiento del equipo de la mina, y a sacar el mayor provecho del mismo. En 1892, se compró para la mina, por decisión de Dan, una caldera de 120 libras de presión de vapor, y al año siguiente se instaló una bomba fabricada por la empresa británica Hathorn Davey, con la más alta tecnología del momento. Para las reparaciones de esta bomba, se adquirieron tres máquinas herramienta de fabricación inglesa: un torno, una aplanadora y una limadora. Después de la guerra contra China, el taller proporcionó servicios de reparación de maquinaria a otras empresas, como la mina de carbón de Chikuhō.

Por otro lado, cabe destacar que la mayoría de los ingenieros mecánicos graduados durante las primeras décadas del periodo Meiji tenía una alta probabilidad de poder incorporarse a alguna dependencia gubernamental. Sin embargo, muchos incursionaron también en el sector privado, por las razones que se han expuesto previamente. En las Tablas 3.1 y 3.2 se presenta información acerca del trabajo profesional de algunos ingenieros mecánicos japoneses. Se incluyen empleos posteriores al periodo Meiji. No se incluyen los empleos de docencia mencionados en el capítulo anterior, aunque cabe destacar la experiencia en otros sectores, públicos o privados, de los profesores Ariya Inokuchi, Teiichi Sakata, Shōzō Tomonaga, Moriharu Seki y Otogorō Miyagi.

En el caso de los egresados del Colegio Imperial de Ingeniería, la mayoría trabajó en áreas relacionadas con su tema de tesis. Excepciones de esto, sin embargo, fueron Tsunezō Saitō, Kyōzō Kikuchi (casos mencionados previamente) y Take Ōtake, quienes trabajaron en la industria textil, a pesar de haber escrito su tesis sobre otros temas. Por otro lado, cabe destacar que, a diferencia de los egresados del Colegio, al parecer ninguno de los seis ingenieros mecánicos egresados de la Universidad de Tokio trabajaba en una industria relacionada propiamente con la maquinaria en 1884: tres eran empleados de la Oficina de Impresión, dos habían continuado sus estudios y uno era profesor (Tōkyō Daigaku Hōribun Sangakubu, 1884, p. 245).

Tabla 3.1. Empleos de algunos ingenieros mecánicos egresados del Colegio Imperial de Ingeniería

Ingeniero mecánico	Año de egreso	Empresa o institución	Cargo
Shin'ichirō Arakawa	1879	Ministerio de Agricultura y Comercio	técnico (技師) especializado en la industria textil
Seinoshin Imada	1879	Arsenal de Ōsaka	-

		Mina de Besshi de Sumitomo	-
Kōji Miyazaki	1879	Taller de maquinaria de la mina de carbón de Miike	encargado
		Fábrica de Ferrocarriles de Kōbe	diseñador (設計者) de locomotoras
Shinrokurō Miyoshi	1879	Colegio Imperial de Ingeniería	profesor asistente (desde 1883)
		Universidad Imperial	profesor de Construcción de Embarcaciones (desde 1886)
		Kōshu Gakkō	director fundador
Shigemichi Fujita	1880	Ferrocarril de Kōbe	-
		Oficina de Ferrocarriles	técnico asistente (技手)
		Ferrocarril de la Mina de Carbón de Hokkaidō	subjefe de ferrocarriles (汽車係長)
Yasu Ieiri	1880	Oficina de la Fábrica Siderúrgica Ieiri	-
		Fábrica Siderúrgica de Ōsaka	-
Yoshisada Nogami	1880	Astillero de Ishikawajima	diseñador de motores de vapor
Tatō Saka	1880	División de Producción de Hyōgo (después Astillero de Kawasaki)	<ul style="list-style-type: none"> técnico supervisor (大監) de fabricación de motores (desde 1899)
Yoshiaki Yasunaga	1880	Ministerio del Ejército	técnico (desde 1883)
		Fábrica Siderúrgica [de Yahata]	técnico
		Escuela Ind. Superior de Ōsaka	director (desde 1904)
Kurō Yoshimi	1880	Ministerio de la Casa Imperial (宮内省)	-
		Ferrocarril de la Mina de Carbón de Hokkaidō	-
Shinzaburō Kuriya	1881	Ferrocarriles de Japón	-
Bunji Mano ¹¹⁵	1881	Oficina de Educación Vocacional del Ministerio de Educación	director (実業学務局長)
		Universidad Imperial de Kyūshū	director
		Cámara de los Pares (貴族院)	miembro (1927-1939)
Toshinobu Suda	1881	División de Producción de Hyōgo	técnico
		Minist. de Agricultura y Comercio	-
		Nippon Yūsen ¹¹⁶	<ul style="list-style-type: none"> supervisor de astillero subdirector (副社長) (desde 1915)
Rintarō Tanaka	1881	Ministerio de Obras Públicas	técnico asistente
		Shibaura Seisakusho	técnico
		Tren Nippon (日本鉄道)	jefe técnico
		Palacio Tōgū (東宮御所)	técnico (desde 1901)
Tōichirō Usui	1881	Astillero Naval de Yokosuka	supervisor de construcción de embarcaciones de la Marina
		Astillero Naval de Sasebo	jefe del Departamento de Fabricación de Motores (造機部長)
		Ministerio de Obras Públicas	técnico asistente (desde 1882)
		Esc. de Mecanismos de la Marina	instructor (教官) (desde 1883)

¹¹⁵ Profesor emérito de la Universidad Imperial de Tokio desde 1914, y de la Universidad Imperial de Kyūshū desde 1926.

¹¹⁶ Compañía de transporte.

Ariya Inokuchi	1882	Universidad de la Marina	profesor (desde 1894)
		Centro de Invest. Aeronáuticas de la Universidad Imperial de Tokio (東京帝大航空研究所)	integrante (desde 1916)
Junzō Nakahara	1882	Quinta Escuela Superior	profesor (desde 1888)
		Escuela Ind. Sup. de Kumamoto	director (校長) (desde 1906)
Kitarō Kosaka	1882	Astillero de Kure	-
Tsunezō Saitō	1882	Hilandería de Mie (después Hilandería Mitsui)	jefe técnico
Hikomatsu Iwasaki	1883	Oficina de Embarcaciones (主船局) del Ministerio de Marina (desde 1883)	-
		Min. de Agricultura y Comercio	técnico (desde 1884)
		Ferrocarril San'yō	supervisor de producción (製造監督) (desde 1888)
Motoki Kondō	1883	Astillero Naval de Yokosuka	-
Take Ōtake	1883	Fábrica de Lana de Senju (千住製絨所) ¹¹⁷	-
		Escuela Ind. Sup. de Yonezawa	director
		Escuela Superior de Teñido y Tejido de Kiryū (桐生高等染織学校) ¹¹⁸	director
Kyōzō Kikuchi	1885	Astillero Naval de Yokosuka	-
		Casa de Moneda	-
		Hilandería Hirano	jefe de ingeniería (工務長)
		Hil. Amagasaki, Hil. Settsu, Hil. Hirano y Rayón de Japón ¹¹⁹	director (社長)
		Banco Treinta y Cuatro (三十四銀行) ¹²⁰	director (頭取) (desde 1924)
		Cámara de los Pares	miembro (desde 1926)
Tsuneta Shin	1885	Astillero de Ishikawajima	<ul style="list-style-type: none"> diseñador de motores de vapor jefe técnico

Fuente: elaboración propia, con datos de Demizu, 1985, p. 24; kotobank.jp (recuperado el 29 de agosto de 2019); Miyoshi, 2005, p. 100; Suzuki, 1998, p. 109; Uemura, 2015, p. 38; Uemura, 2017, pp. 4-5 y 9.

- significa que se desconoce el cargo que ocupaba.

Tabla 3.2. Empleos de algunos ingenieros mecánicos egresados de otras instituciones durante el periodo Meiji

Ing. mec.	Alma mater	Año de egreso	Empresa o institución	Cargo
Teiichi Sakata	Universidad de Tokio	1880	Oficina de Impresión	-
			Escuela Industrial Superior de Tokio	director
			Oficina de Impresión	-

¹¹⁷ Fundada en 1875, esta fábrica pertenecía al Ejército.

¹¹⁸ Fundada en 1915 en la prefectura de Gunma. En 1920 se convirtió en la Escuela Industrial Superior de Kiryū.

¹¹⁹ Posteriormente, las tres empresas formaron parte de lo que actualmente es la empresa Unitika.

¹²⁰ Posteriormente formó parte de MUFG.

Tomokichi Yoshida	Universidad de Tokio	1881	Hilandería Kanegafuchi ¹²¹	técnico (1887-1899)
			Hilandería de la Gasera de Tokio (東京瓦斯紡績) ¹²²	-
			Shibaura Seisakusho ¹²³	jefe de tecnología (desde 1893)
Shintarō Kawakami	Universidad de Tokio	1883	Oficina de Impresión	-
			Comercializadora Anglo-Japonesa (和英商会)	-
			Fabricación de Maquinaria (諸機械製造所)	-
Ritarō Hirota	Universidad Imperial	1887	Primera Hilandería de Seda (第一絹糸紡績)	-
			Comercializadora Takada	director general (総支配人)
			Universidad Imperial de Tokio	catedrático
Shōzō Tomonaga	Universidad Imperial	1888	Ferrocarril de Kyūshū (desde 1888)	-
			Oficina de Patentes del Ministerio de Agricultura y Comercio (desde 1893)	-
Narazō Takatsuji	Universidad Imperial	1889	Tejeduría de Calicó (金巾製織会社)	-
			Mitsui	-
Takashi Matsuhara	Univ. Imperial	1890	Minera Mitsui	-
Kimita Suzuki	Univ. Imperial	1890	Ferrocarril Hankai	supervisor
Takeo Takimura	Universidad Imperial	1890	Hilandería de Ōsaka	-
			Tejeduría de Muselina (毛斯綸紡織会社)	-
Hikozō Mori	Universidad Imperial	1891	Agencia de Ferrocarriles (鉄道庁) ¹²⁴	-
			Mantetsu	-
			Escuela Ind. Sup. de Nagoya	director
Funimaru Yasuda	Universidad Imperial	1891	Oficina de Comercio e Industria del Ministerio de Agricultura y Comercio	-
			Sección de Material Rodante del Departamento de Ferrocarriles de la Oficina de la Prefectura de Hokkaidō (北海道庁鉄道部車両課)	-
Toshisuke Takeo	Esc. Industrial Sup. de Tokio	1894	Fábrica Siderúrgica Karatsu (唐津鉄工所)	director
Masujirō Hashimoto	Esc. Industrial Sup. de Tokio	1895	Kwaishinsha	director
Sanerō Yokoi	Universidad Imperial	1896	Sección de Manufactura de la Oficina de Ferrocarriles de la Gubernatura General de Corea	jefe (朝鮮總督府鐵道局工作課長)

¹²¹ Fundada en 1887. Actualmente parte de Kracie Holdings.

¹²² Actualmente parte de Fujibo.

¹²³ En 1893, Tanaka Seisakusho quebró y quedó bajo el control del Banco Mitsui, que le asignó a la empresa este nuevo nombre.

¹²⁴ Nombre de la Oficina de Ferrocarriles desde 1890.

			Mantetsu	-
Togasaburō Suzuki	Univ. Imperial de Tokio	1900	Astillero de Ishikawajima	-
			Esc. Ind. Sup. de Kumamoto	profesor
Meikurō Kurosawa	Universidad Imperial de Tokio	1901	Fábrica de Yongsan de la Of. de Ferr. de la G. G. de Corea	jefe
			Mantetsu	-
Kōzō Murai	Univ. Imperial de Kioto	1901	Ōsaka Kisha Seizō	-
			Arsenal de Tokio	-
Kyō Kokura	Universidad Imperial de Tokio	1902	Fábrica de Choryang de la Of. de Ferr. de la G. G. de Corea	jefe
			Mantetsu	-
Kameji Nonami	Univ. Imperial de Tokio	1902	Departamento de Manufactura de la Oficina de Monopolio	jefe (専売局製造部長)
Tadanao Yamazaki	Univ. Imperial de Tokio	1902	Fábrica de Songrim de la Of. de Ferr. de la G. G. de Corea	jefe
			Mantetsu	-
			Instituto de Investigaciones de Combustión sin Humo (無煙燃焼研究所)	-
Kanokichi Yokoi	Univ. Imperial de Kioto	1902	Fábrica Siderúrgica Ōnishi	-
Shigeyuki Kitaura	Universidad Imperial de Tokio	1903	Instituto Central de Investigación de la Oficina de Monopolio	jefe (専売局中央研究所長)
Moriharu Seki	Universidad Imperial de Tokio	1903	Telares Toyoda	técnico
			Esc. Industrial Sup. de Kiryū	profesor
			Esc. Industrial Sup. de Fukui	director
			Taishō Seima (大正製麻) ¹²⁵	director
Sanao Iwasaki	Universidad Imperial de Tokio	1904	Fábrica de Yongsan de la Of. de Ferr. de la G. G. de Corea	-
			Secretaría (官房) de la Of. de Ferr. de la G. G. de Corea	-
Tomigorō Tsuchiya	Univ. Imperial de Kioto	1904	Telares Toyoda	técnico
Yoshisuke Aikawa	Universidad Imperial de Tokio	1906	Shibaura Seisakusho	-
			Fundidora Tobata (戸畑鋳物) ¹²⁶	fundador (en 1909)
			Mínera Kuhara (久原鋳業) ¹²⁷	director
			Nissan (日本産業)	fundador (en 1928)
			Cámara de Consejeros (参議院)	miembro (1953-1959)
Issei Hatakeyama	Univ. Imperial de Tokio	1906	Ebara Seisakusho ¹²⁸	director fundador
Ryūzō Iwamoto	Universidad Imperial de Kioto	1906	Fábrica de Fushimi de la Oficina de Monopolio de Kioto	-

¹²⁵ Actualmente parte de Teikoku Sen-i (帝国纖維).

¹²⁶ Actualmente Hitachi Metals (日立金属).

¹²⁷ Aikawa era cuñado de Fusanosuke Kuhara, fundador de esta empresa, la cual actualmente forma parte de JXTG Holdings. Kuhara, a su vez, era sobrino de Denzaburō Fujita.

¹²⁸ Empresa que inició con la fabricación y comercialización de una bomba centrífuga inventada por Ariya Inokuchi, quien había sido profesor de Hatakeyama.

			Itabashi Seisakusho	jefe (所長)
Yoshihide Nakanishi	Universidad Imperial de Tokio	1906	Electrica de Taiwán (台湾電力)	-
			Oficina de Obras Públicas de la Ciudad de Tokio (東京市土木局)	-
Fumijirō Matsui	Universidad Imperial de Tokio	1907	Centro de Potabilización del Suministro de Agua (水道浄水所)	-
			Oficina de Patentes del Min. de Agricultura y Comercio	-
Otogorō Miyagi	Univ. Imperial de Tokio	1908	Prefectura de Miyagi	gobernador (知事) (desde 1952)
Junji Fukao	Esc. Industrial Superior de Tokio	1909	Industrias Pesadas Mitsubishi (三菱重工業)	Jefe de la Fábrica de Motores de Nagoya (発動機製作所長)
Saburō Hoshino	Universidad Imperial de Tokio	1909	Centro de Entrenamiento Pesquero (水産講習所)	profesor
			Centro de Experimentación de Pesca del Ministerio de Agricultura y Bosques (農林省水産試験所) ¹²⁹	-
Sunmio Nagasawa	Universidad Imperial de Tokio	1909	Escuela Superior de Hilado de Seda de Tokio (東京高等蚕糸学校)	profesor
			Arsenal de Tokio	-

Fuente: elaboración propia, con datos de Demizu, 1985, p. 41; kotobank.jp (recuperado el 29 de agosto de 2019); Kyōto Teikoku Daigaku, 1912, pp. 301 y 303; Nakaoka, 2006, p. 456; Sakai, 2015, p. 38; Suzuki, 1998, pp. 109 y 327; Tōkyō Daigaku Hōribun Sangakubu, 1884, p. 245; Tōkyō Kōtō Kōgyō Gakkō, 1912, pp. 104-105; Tōkyō Teikoku Daigaku, 1912, pp. 138-139 y 142; Uemura, 2016, pp. 139 y 142; Uemura, 2017, pp. 4-5, 8, 16 y 36; Uemura, 2018, pp. 32, 42, 50 y 60.

- significa que se desconoce el cargo que ocupaba.

En las tablas anteriores se puede observar que los ingenieros mecánicos se desempeñaron en una gran variedad de actividades. Algunos hicieron una carrera en la enseñanza, mientras que otros trabajaron en dependencias gubernamentales, incluyendo las fuerzas armadas. Así, estos ingenieros compartían conocimientos que después las fuerzas armadas difundirían en las empresas particulares a las que les habían hecho encargos para enfrentar las guerras, como se comentó en la sección anterior. Otros se incorporaron al sector privado, alcanzando incluso puestos directivos, mientras que hubo quienes combinaron diferentes actividades. Por otro

¹²⁹ En 1925, el Ministerio de Agricultura y Comercio se dividió en esta dependencia y el Ministerio de Comercio e Industria (商工省).

lado, es probable que la presencia de ingenieros mecánicos en empresas tan diversas haya facilitado la recepción de conocimiento difundido por las fuerzas armadas para que se pudieran cumplir con sus requerimientos.

Si bien en las dos tablas que se presentan en esta sección aparece información de ingenieros mecánicos que destacaron también en otros ámbitos, como el político o el empresarial, es importante notar que lo común fue que se desempeñaran en actividades cercanas a su formación profesional. Así, cuando no estuvieron en contacto directo con la industria o con la enseñanza, de todos modos estuvieron en condiciones de aplicar sus conocimientos para impulsar el desarrollo tecnológico de Japón.

En 1912, la Universidad Imperial de Tokio contabilizaba 2,686 ingenieros egresados de sus aulas. En la Tabla 3.3 se presenta la información de su distribución según su tipo de empleo, sin distinguir por carrera o especialidad. Aunque nuevamente se aprecia la diversidad de trabajos, aquí también la mayor parte corresponde a tareas técnicas. Para entonces, el número de empleos de este tipo en el gobierno y en el sector privado era semejante. Es considerable la cantidad de ingenieros que estaban realizando estudios en el extranjero en ese momento, que se puede entender que tenían fines de especialización o actualización. Como se observa también en la Tabla 3.2, los envíos para trabajar en el extranjero corresponden al inicio de la expansión de la industria japonesa en otros países, aunque en esta época eran parte de actividades imperialistas.

Tabla 3.3. Tipo de empleo de los ingenieros egresados de la Universidad Imperial de Tokio

Tipo de empleo	Número de egresados
Poder ejecutivo	2
Corte imperial	5

Educación e investigación	189
Trabajo técnico en dependencias gubernamentales	992
Trabajo técnico en empresas privadas	848
Trabajo en oficinas y servicios financieros	38
Envío a otros países (gubernamental o privado)	27
Otras industrias	76
Estudios de posgrado	13
Estudios en el extranjero	64
Estudios de especialización	1
Desempleados o sin datos	243
Difuntos	188

Fuente: Tōkyō Teikoku Daigaku, 1912, sin número de página.

Con el objetivo de mostrar algunas de las características del mercado laboral con el que se encontraron los egresados de una institución educativa relativamente diferente de la Universidad Imperial de Tokio, en la Tabla 3.4 se ofrece una lista con información de los lugares de trabajo en 1911 de los ingenieros mecánicos graduados de la Escuela Industrial de Tokio entre 1896 y 1900. Se indica el ramo de la industria, la cantidad de egresados que trabajaban en él y el nombre de las empresas, con el número de egresados que trabajaban en cada una de ellas entre paréntesis.

Tabla 3.4. Lugares de trabajo en 1911 de los ingenieros mecánicos egresados de la Escuela Industrial de Tokio entre 1896 y 1900

Ramo	Núm. de Ing.	Empresas
Ferrovionario	33	<ul style="list-style-type: none"> • Ferrocarril Tōbu (7) • Ferrocarril Seibu (6) • Ferrocarril de Chūbu (6) • Ferrocarril de Kyūshū (4) • Ferrocarril de Hokkaidō (4) • Agencia de Ferrocarriles (3) • Tren Eléctrico de Hakata (1) • Ferrocarril de Chūgoku (1)
Textil	18	<ul style="list-style-type: none"> • Hilandería Kanegafuchi (6) • Hilandería de Mie (4) • Textiles de Kioto (2) • Hilandería de Fukushima (1) • Hilandería Settsu (1) • Hilandería de Seda de Toyama (1)

		<ul style="list-style-type: none"> • Textiles de Lana de Japón (1) • Hilandería de Ōsaka (1) • Tejeduría de Calicó de Tokio (1)
Oficinas gubernamentales	15	<ul style="list-style-type: none"> • Ministerio de Comunicaciones (2) • Oficina de la Prefectura de Aichi (Departamento de Policía) (2) • Oficina de la Prefectura de Shizuoka (Depto. de Policía) (2) • Gubernatura General de Corea (2) • Ministerio de Agricultura y Comercio (1) • Agencia de Patentes (1) • Casa de Moneda (1) • Aduana de Yokohama (1) • Oficina de la Prefectura de Gifu (1) • Oficina de la Prefectura de Ishikawa (1) • Oficina de la Ciudad de Tokio (1)
Comercialización	14	<ul style="list-style-type: none"> • Mitsui (6) • Comercializadora Takada (3) • Comercializadora Jardine Matheson (1) • Comercializadora Nisshin (1) • Comercializadora Cherubim (1) • Comercializadora Hanta (1)
Metales y Minerales	14	<ul style="list-style-type: none"> • Fábrica Siderúrgica [de Yahata] (6) • Minera de Tokio (1) • Mina de Miike de Mitsui (1) • Minera de Fukuoka (1) • Mina de Cobre de Yūsenji (1) • Carbonera de Ishikari (1) • Minera Kirino (1) • Mina de Oro de Hasami (1) • Mina de Carbón de Shakanō (1)
Naval	13	<ul style="list-style-type: none"> • Astillero de Kure (3) • Astillero de Ishikawajima (2) • Astillero de Nagasaki de Mitsubishi (2) • Dársena de Hakodate (1) • Astillero de Ichikawa (1) • Astillero de Kōbe de Mitsubishi (1) • Departamento Técnico de la Marina Imperial (1) • Astillero de Yokosuka (1) • Astillero de Tsukiji (1)
Fábricas Siderúrgicas	10	<ul style="list-style-type: none"> • Fábrica Siderúrgica de Niigata (2) • Fábrica Siderúrgica de Kantō (2) • Fábrica Siderúrgica Oguri (1) • Fábrica Siderúrgica de Nagaoka (1) • Fábrica Siderúrgica de Mie (1) • Fábrica Siderúrgica de Yonezawa (1) • Fábrica Siderúrgica Kimoto (1) • Fábrica Siderúrgica de Kōbe (1)
Educativo	9	<ul style="list-style-type: none"> • Escuela Industrial Superior de Tokio (3) • Universidad de Waseda (1) • Escuela Industrial de la Prefectura de Kumamoto (1) • Escuela Industrial de la Prefectura de Aichi (1) • Escuela Industrial de la Prefectura de Saga (1) • Centro de Entrenamiento de las Industrias Pesqueras (1)

		<ul style="list-style-type: none"> • Instituto Tecnológico de Lüshunkou (Kwantung) (1)
Combustibles	9	<ul style="list-style-type: none"> • Petróleos Hirota (3) • Gasera de Tokio (3) • Gasera Fuji (1) • Petróleos de Sumatra de los Mares del Sur (1) • Gasera de Kōbe (1)
Manufactura	9	<ul style="list-style-type: none"> • Shibaura Seisakusho (4) • Saitō Seisakusho (1) • Roku-Roku Shōten (1) • Lámparas Chiga (1) • Fábrica de Agujas Yasuda (1) • Cementos Asano (1) • Crisoles de Japón (1)
Alimentario	4	<ul style="list-style-type: none"> • Refinación de Azúcar Shinkō (Taiwán) (1) • Refinación de Azúcar de Taiwán (1) • Molino de Harina Nisshin (1) • Refinación de Azúcar Meiji (1)
Otros	35	<ul style="list-style-type: none"> • No especificado (26) • Refrigeración Teikoku (1) • Shūeisha (1) • Oficina de Impresión (1) • Imprenta de Tsukiji (1) • Kantō Sansō¹³⁰ (1) • Nippon Yūsen (1) • Oficina de Patentes Ishihara (1) • Oficina de Patentes Uchimura (1) • Realización de prácticas en Estados Unidos (1)

Fuente: Kyōto Kōtō Kōgei Gakkō, 1911, pp. 96-99.

Aunque sólo se presenta una muestra correspondiente a los egresados de cinco años, se puede ver nuevamente una diversidad de ramos industriales en los cuales participaban los ingenieros mecánicos. Un aspecto importante a considerar es que, aunque en muchos de sus lugares de trabajo se usaban máquinas, en la mayoría no se fabricaban, lo que está de acuerdo con la relativa dependencia tecnológica del sector de la maquinaria durante todo el periodo Meiji. Cabe también destacar su participación en las instalaciones de las fuerzas armadas, así

¹³⁰ En 1923 se fusionó con la Compañía de Fertilizantes Artificiales de Tokio (東京人造肥料会社), fundada por el químico Jōkichi Takamine, Eiichi Shibusawa y Takashi Masuda. Actualmente parte de Nissan Chemical (日産化学).

como en las oficinas gubernamentales, aunque su presencia es menor que en el caso de los egresados de la Universidad de Tokio.

Por otra parte, cabe destacar que el ramo ferroviario es el más importante, seguido del textil. La importancia de las empresas extranjeras es mínima, aunque llama la atención que un ingeniero trabajaba en Jardine Matheson. En cambio, aparecen varias oficinas o empresas establecidas fuera de Japón, pero en su esfera de influencia. También es significativa la cantidad de egresados que trabajaban en negocios propios, aunque se desconoce a qué se dedicaban exactamente.

La información proporcionada acerca de los empleos de los egresados de las diferentes instituciones confirma las aseveraciones de Jun Suzuki mencionadas previamente en relación a la participación de los ingenieros en las “industrias trasplantadas”. Asimismo, explica la elección del gobierno japonés de enfocar el sistema de educación tecnológica en el desarrollo de la industria pesada desde inicios del periodo Meiji.

Así, el desarrollo tecnológico de Japón anterior al periodo Meiji jugó un papel importante en la industrialización de Japón, por medio de los artesanos que se hicieron cargo de varias industrias ligeras. Sin embargo, el otro componente fue el de la industria pesada y de aquellas que requerían una mayor precisión, en donde fue más bien el sistema de educación tecnológica el que contribuyó con el trabajo de sus egresados. Este sistema había sido también “trasplantado” por asesores extranjeros y a través de la influencia de japoneses que estudiaron en otros países, pero fue modificado constantemente durante el periodo, como se explicó en el capítulo anterior. De cualquier manera, las diversas instituciones educativas analizadas también hicieron su contribución a la industria ligera con la formación de especialistas con formación científica.

3.6. Comentarios finales

Se ha mencionado ya que la independencia tecnológica era uno de los objetivos principales de la industrialización de Japón, pero que durante el periodo Meiji sólo se alcanzó parcialmente. No obstante, como lo explica Makoto Sakai (2004, p. 60), en la política industrial establecida a principios del periodo se tenía claro cuál era el proceso a seguir, y cuál era la participación de los ingenieros en éste.

En el caso de la maquinaria, la primera fase estuvo centrada en un “trasplante industrial”, conducido por el gobierno. Dicho “trasplante” estuvo marcado por el empleo de asesores extranjeros y la adquisición de maquinaria importada, e hizo posible que se iniciara el aprendizaje sobre la selección, operación, mantenimiento y reparación de la misma. Estas tareas podían ser llevadas a cabo por dichos asesores, auxiliados por artesanos japoneses, pero no con la mayor eficiencia ni los mejores resultados. Esto se sumaba a los elevados costos que representaba el sueldo de los extranjeros y la compra misma de la maquinaria. De cualquier manera, además de la “industria trasplantada”, durante esta época se impulsó en Japón una “industria que empleaba maquinaria de producción nacional”, la cual presentaba una continuidad considerable con las tradiciones artesanales japonesas.

En una segunda fase, en la cual aumentó la participación del sector industrial privado, el uso constante de la maquinaria importada para las diferentes labores de manufactura requería de refacciones importadas que implicaban todavía más gastos. Además, en ocasiones era necesario hacer adaptaciones para objetivos particulares o debido a circunstancias específicas de Japón, para lo cual era necesaria una comprensión suficiente del diseño del equipo. Más

aún, era deseable poder mejorar su funcionamiento, y que la administración de la empresa que hacía uso de esa maquinaria en su conjunto fuera la óptima.

Por estas razones, la formación de ingenieros mecánicos japoneses por parte de instituciones de educación superior fue esencial para aumentar la productividad y depender menos del extranjero, aunque también se requirió de grandes inversiones que por etapas conducían a pérdidas, y que la mayoría de los empresarios no podían o no estaban dispuestos a hacer. Incluso para el gobierno fue problemático sostener una política pública con estas características, lo que causó una desaceleración en el desarrollo industrial de Japón, y por lo tanto en la demanda de recursos humanos.

Una tercera etapa, prevista desde un principio, era la de la sustitución de importaciones. Aunque el mayor impulso para ésta surgió de la necesidad de sostener las actividades de las fuerzas armadas durante los periodos de guerra contra China y Rusia, terminó generando una demanda que se extendió a todo el sector industrial y a la educación tecnológica. Para esta etapa, el proceso de industrialización de Japón había alcanzado ya un avance importante.

En este capítulo se explicó cómo lo anterior generó un dinamismo en la esfera de los ingenieros mecánicos, que circularon por todo el espectro de empresas de su campo tecnológico, creando un efectivo sistema de difusión de conocimientos, optimización de recursos y creación de redes personales. Dicha demanda se vio reflejada en la expansión del sistema de educación técnica de la que se habló en el capítulo anterior, expansión que, a su vez, permitió el crecimiento acelerado de la industria de la maquinaria de ese momento y la impulsó en etapas posteriores.

En todo este proceso, los tres artefactos del gran sistema tecnológico considerado, es decir, el gobierno, la industria y las instituciones educativas promovieron el desarrollo de Japón por

medio de interacciones que se ajustan al modelo de la triple hélice propuesto por Henry Etzkowitz y Loet Leydesdorff (1995). Si bien las diferentes políticas públicas sufrieron cambios durante el periodo Meiji, como se explicó en esta investigación, las universidades y escuelas encargadas de la educación tecnológica en Japón contribuyeron directamente a la creación de riqueza respondiendo con prontitud a las necesidades de la industria y el gobierno.

Esto fue posible gracias a los vínculos de colaboración e integración que existieron entre las instituciones educativas y la industria, los cuales fueron impulsados por incentivos y presiones gubernamentales. El modelo de la triple hélice ha sido empleado principalmente para entender las estrategias de innovación dentro de la sociedad del conocimiento en los países desarrollados a partir de las últimas décadas del siglo XX, por lo que su aplicabilidad a Japón durante el periodo Meiji es particularmente relevante.

A pesar de ello, los avances en los diferentes tipos de maquinaria fueron desiguales, como lo han señalado diversos investigadores, como por ejemplo Minoru Sawai (2006, pp. 8-51, 58-77 y 82-123). En particular, a pesar de diversos intentos tanto de empresas públicas como privadas, Japón siguió siendo dependiente de las máquinas herramienta del extranjero. Esto inevitablemente causó retrasos en el ritmo de toda la industria y generó puntos débiles en las fuerzas armadas.

La Primera Guerra Mundial, con el consiguiente colapso de la industria europea y la suspensión de las importaciones desde los países más afectados, fue un estímulo posterior para la industria. Dicha guerra orilló a Japón a tratar de fabricar de manera autónoma todo tipo de maquinaria propia. El largo conflicto bélico que se extendió desde el incidente de Manchuria y hasta la Guerra del Pacífico tuvo un efecto similar. Sin embargo, los

requerimientos tecnológicos de Japón en estas etapas pudieron tener como apoyo un sistema de enseñanza de la Ingeniería Mecánica considerablemente desarrollado para entonces.

El expansionismo de Japón, que acompañó siempre estos acontecimientos, fue uno de los principales motores de la nacionalización de la industria, la cual llegaría décadas después. Ésta era la última etapa de este proceso y el verdadero objetivo perseguido por las políticas públicas. Sin embargo, el expansionismo también tuvo un alto costo, por la descomposición social que generó desde la gestación de la Segunda Guerra Mundial.

De cualquier manera, el proceso se había completado prácticamente para cuando Japón volvió a los tiempos de paz. Con base en esto, fue posible consolidar en la posguerra una fuerte industria de la maquinaria en la que se pudiera apoyar un sector productivo competitivo a nivel mundial que, ante la falta de recursos naturales en el país, requería de actividades intensivas en tecnología.

Conclusiones

Cuando inició el periodo Meiji, en Japón existía ya una larga tradición de adopción, adaptación y transmisión de conocimientos científicos y tecnológicos, así como de su aplicación. Había una gran variedad de instituciones educativas, una tasa de alfabetismo relativamente alta y diversos proyectos industriales, tanto públicos como privados. A finales del periodo Edo, la amenaza de las potencias occidentales había generado un notable interés en la tecnología bélica, lo cual detonó la movilización de recursos humanos y materiales, y el máximo aprovechamiento de dicha tradición. Asimismo, inició una activa búsqueda de conocimientos en otros países, y su asimilación por medio de la asesoría de expertos extranjeros radicados en Japón.

Desde los primeros años de la nueva era, el gobierno recién llegado formuló una política pública industrial de largo plazo en la que buscó capitalizar lo que habían hecho los gobernantes anteriores, pero no con el propósito de obtener ganancias inmediatas, sino el de alcanzar la independencia tecnológica y disfrutar de sus ventajas con el paso del tiempo. En esta política se integró la construcción de infraestructura y el fomento de empresas de muchos tipos, incluyendo algunas dedicadas a la fabricación de maquinaria.

En este rubro se puede identificar el impulso a dos tipos de industria que coexistieron durante el periodo Meiji: una “industria trasplantada” desde los países occidentales, basada en técnicas importadas y equipo de fabricación extranjera, y una “industria que empleaba maquinaria de producción nacional”, en la que se aprovecharon las técnicas tradicionales japonesas. Naturalmente, en la medida en que los ingenieros japoneses asimilaron la

tecnología extranjera y empezaron a fabricar maquinaria, las trayectorias de estos dos tipos de industria convergieron.

Por otra parte, se decidió entonces establecer un sistema de enseñanza de la Ingeniería, especialmente para el desarrollo de la “industria trasplantada”. En un principio, éste más bien se improvisó con base en la intuición de un grupo de jóvenes burócratas, pero su objetivo era no sólo atender las necesidades del momento, sino que sus egresados pudieran hacerse cargo de una industria mucho más desarrollada décadas después. Con el tiempo se fue estructurando y ampliando, y se conformó así un gran sistema tecnológico integrado por tres artefactos básicos: el gobierno, la industria y las instituciones educativas. Estos tres artefactos interactuaron según el modelo de la triple hélice para promover el desarrollo de Japón.

El gobierno nacionalizó muchas de las instalaciones existentes con el fin de modernizarlas. Empezó también a financiar y a conducir la mayor parte de los proyectos industriales de Japón. Se importó mucho del equipo industrial necesario, pero también se dieron pasos hacia una fabricación autónoma. Varias dependencias gubernamentales participaron en los diferentes proyectos, pero el papel del Ministerio de Obras Públicas fue fundamental.

Este ministerio se encargó también de establecer una institución educativa: el Colegio Imperial de Ingeniería. Aquí existió un singular balance entre la teoría y la práctica; para esta última se contaba con las instalaciones industriales de la misma dependencia.

El Ministerio de Educación, por su parte, también incursionó en la enseñanza de la Ingeniería, al interior del Kaisei Gakkō y de su sucesora, la Universidad, así como de la Escuela Vocacional, todas estas instituciones ubicadas en la ciudad de Tokio. La enseñanza de la Ingeniería en la Universidad tuvo lugar al interior de un Departamento de Ciencias, lo cual se reflejó en la orientación de sus planes de estudio, mientras que la Escuela Vocacional

estaba más bien orientada a perfeccionar las capacidades de los artesanos japoneses. Las instituciones mencionadas se encargaron también de ofrecer educación preparatoria, pues se desarrollaron simultáneamente con todo el sistema educativo de Japón.

Más tarde se optó por la privatización de muchas de las empresas gubernamentales, las cuales quedaron en manos de japoneses, y el Ministerio de Obras Públicas desapareció. Las fuerzas armadas conservaron varias de las que quedaron en manos del gobierno. La producción civil de maquinaria fue prácticamente abandonada por el gobierno por un tiempo, a pesar de que muchas de las incipientes industrias dependían de ella.

Todo esto ocurrió como parte de un amplio programa de occidentalización. Cuando inició el periodo Meiji, los burócratas estaban poco familiarizados con el desarrollo tecnológico de otros países. No obstante, procuraron imitar a las potencias mundiales de manera selectiva, con base en lo que habían podido percibir a través del envío de estudiantes al extranjero y de viajes diplomáticos, entre los cuales la Misión Iwakura fue el más importante.

En lo que respecta a la industria de la maquinaria y a la enseñanza de la Ingeniería Mecánica, el Ministerio de Obras Públicas estableció una estrecha relación con el Reino Unido. Si bien no se dictaron lineamientos estrictos al respecto, varios mecanismos fortalecieron dicho vínculo a lo largo del tiempo. El primero fue la labor diplomática de James Bruce, continuada por el cónsul Harry Smith Parkes. Esto dio paso a los intereses comerciales, ámbito en el que destacó la actuación de las empresas Jardine Matheson y Platt Brothers. Este vínculo fue aprovechado por los jóvenes conocidos como los Cinco de Chōshū para estudiar en Gran Bretaña, y estar en contacto directo con su desarrollo tecnológico.

Cuando estos jóvenes regresaron a Japón y se les confió el diseño de aspectos importantes de la política industrial del Ministerio de Obras Públicas, recurrieron de nuevo a los británicos,

para lo cual aprovecharon la Misión Iwakura. En particular, lo hicieron para establecer el Colegio Imperial de Ingeniería. En este rubro, el mecanismo empleado fue el de los vínculos personales con Hugh M. Matheson, por medio de quien se estableció contacto con Lewis Gordon y su círculo académico, del cual formaban parte William Rankine y su alumno Henry Dyer.

En el Ministerio de Educación se estableció una relación más fuerte con Estados Unidos, a través del trabajo diplomático de Arinori Mori y de algunos miembros de la Misión Iwakura. De cualquier modo, en el caso de la Ingeniería Mecánica, a la influencia de Estados Unidos se sumó la del Reino Unido, a través de vínculos personales con profesores como Fleeming Jenkin. En consecuencia, tanto por la vía del Ministerio de Obras Públicas como por la del de Educación, se estableció una relación entre la enseñanza de la Ingeniería en Japón y dos países de habla inglesa, el Reino Unido y Estados Unidos, que duró todo el periodo Meiji y fue fortalecida por el estudio del idioma inglés como parte de los planes de estudio y por el envío de japoneses para estudiar en estos países con el fin de completar su formación académica y práctica.

Era posible considerar que había una duplicación de funciones en la enseñanza de la Ingeniería con la existencia del Colegio Imperial, por un lado, y de las instituciones del Ministerio de Educación, por otro. Así, con la desaparición del Ministerio de Obras Públicas, el Colegio se integró a la Universidad. Con ello, el Ministerio de Educación se convirtió en la máxima autoridad en la enseñanza de la Ingeniería en Japón, pero aun así la influencia de las prácticas educativas del Colegio se hizo presente. Cabe comentar que, para entonces, prácticamente ya se podía cubrir la demanda de ingenieros mecánicos con japoneses formados en su propio país.

Como consecuencia de las transformaciones en la política industrial, durante aproximadamente diez años el desarrollo de la industria de la maquinaria estuvo más bien a expensas de los remanentes de las políticas previas, de iniciativas individuales y de los intereses de las fuerzas armadas, en detrimento del crecimiento de la industria autóctona en general y del ímpetu de la enseñanza de la ingeniería en Japón. No obstante, los ingenieros formados en Japón se fueron preparando para asumir la responsabilidad de proyectos tecnológicos cada vez más complejos.

En los últimos años del siglo XIX, el despliegue armamentístico de Japón precisó de una revitalización de la industria japonesa de la maquinaria y de un desarrollo acelerado, aunque éste fue, debido a ello, inevitablemente errático hasta cierto punto. De cualquier manera, los ingenieros mecánicos japoneses contaban ya con conocimientos y experiencia para reaccionar ante este impulso, tanto en lo que se refería a satisfacer las necesidades de las fuerzas armadas y de las industrias relacionadas, como para formar a nuevas y numerosas generaciones de técnicos e ingenieros, fundamento de una independencia tecnológica alcanzada varias décadas después del periodo Meiji.

La forma en que la influencia de este desarrollo llegó hasta la enseñanza de la Ingeniería fue a través de la multiplicación de las instituciones educativas, incluso en el sector privado, un pronunciado aumento de la matrícula escolar y la introducción de contenidos académicos más específicos y útiles en los conflictos bélicos. Se atendió buena parte del territorio nacional y se capacitó a jóvenes para trabajar en una gran diversidad de industrias. Para entonces, el sistema de enseñanza tecnológica ya se había podido especializar considerablemente, con un sistema de educación básica y media bastante desarrollado.

Los datos presentados dan cuenta de que la Ingeniería Mecánica fue de las más importantes durante todo el periodo Meiji, y que existía una gran demanda laboral de sus especialistas, para desempeñarse en ocupaciones muy diversas. Por otro lado, la creciente complejidad y dimensiones de la industria durante esta etapa (es decir, el considerable avance de la industrialización de Japón), así como la trayectoria de muchos egresados de las instituciones japonesas considerados como ejemplo, dan cuenta de que dicho desarrollo fue posible gracias a la solidez del sistema de enseñanza de la Ingeniería Mecánica en las instituciones del país.

En resumen, el gobierno de Japón promovió el establecimiento de un sistema de enseñanza de la Ingeniería Mecánica, como parte de una política industrial orientada a la independencia tecnológica. Para ello, incorporó la tradición artesanal japonesa a la influencia británica y estadounidense, e impulsó un sector empresarial en el que la participación de los ingenieros se volvió indispensable.

Los artefactos del gran sistema tecnológico integrado de esta manera interactuaron para crear o formar otros componentes del mismo sistema: los planes de estudio y los ingenieros que se desempeñaron en muy diversas áreas de la industria y el gobierno, incluyendo la docencia y la dirección de instituciones educativas. Por otro lado, la mayoría de las escuelas dependían del gobierno, pero también recibían la influencia de la industria. Las políticas públicas, tanto de desarrollo industrial como militar, así como la reacción que el sector empresarial presentó ante ellas, determinaron las características de la demanda laboral, y moldearon así las capacidades esperadas en los egresados y los contenidos de la enseñanza. Naturalmente, fue necesaria una adaptación en función de los avances tecnológicos que se iban produciendo a nivel mundial.

La independencia tecnológica no se logró por completo durante el periodo Meiji, en parte por la falta de continuidad de la política industrial. Sin embargo, los resultados de la dinámica de la que formaron parte los diferentes componentes del sistema considerado sirvieron para sentar las bases, durante esta etapa, del desarrollo tecnológico de Japón durante el resto del siglo XX.

Bibliografía

- Bartholomew, James R. (1989). *The Formation of Science in Japan. Building a Research Tradition*. Yale University Press.
- Beasley, William G. (1987). *Japanese Imperialism, 1894-1945*. Oxford University Press.
- Brock, W.H. (1981). The Japanese Connexion: Engineering in Tokyo, London, and Glasgow at the End of the Nineteenth Century Presidential Address, 1980. *The British Journal for the History of Science*, 14(3), 227-243.
- Checkland, Olive (1989). *Britain's Encounter with Meiji Japan, 1868-1912*. The Macmillan Press.
- De Maio, Silvana (1998). 幕末明治初期日本工業教育の展開に関する研究-横須賀鑿舎、燈台寮修技校及び工部大学校の比較分析 (Investigación sobre el desarrollo de la educación industrial de Japón de finales del periodo Edo y principios del periodo Meiji). Tesis doctoral del Instituto Tecnológico de Tokio.
- De Maio, Silvana (2003). The Development of an Educational System at the Beginning of the Meiji Era: Reference Models from Western Countries. *Historia Scientiarum*, 12(3), 183-199.
- Dore, Ronald P. (1984). *Education in Tokugawa Japan*. The Athlone Press.
- Duke, Benjamin (2009). *The History of Modern Japanese Education. Constructing the National School System, 1872-1890*. Rutgers University Press.
- Ericson, Steven J. (2000). The Industrial Revolution in the Twentieth Century, with a Focus on Japan and the East Asian Followers. *OAH Magazine of History*, 15(1), 24-29.
- Etzkowitz, Henry y Leydesdorff, Loet (1995). The Triple Helix. University-Industry-Government Relations: A Laboratory for Knowledge Based Economic Development. *EASST Review* (14)1, 14-19.
- Demizu, Tsutomu (出水力) (1984). 日本の機械工学の開拓者・井口在屋 (I) —機械工学教育の形成過程を通じて— (Un pionero de la Ingeniería Mecánica en Japón. Ariya Inokuchi (1). A través del proceso de formación de la enseñanza de la Ingeniería Mecánica). *Gijutsu to bunmei* (技術と文明), 1(1), 55-76.
- Demizu, Tsutomu (出水力) (1985). 日本の機械工学の開拓者・井口在屋 (I I) —機械工学研究の軌跡をたどって— (Un pionero de la Ingeniería Mecánica en Japón. Ariya Inokuchi (2). Siguiendo los pasos de la investigación en Ingeniería Mecánica). *Gijutsu to bunmei* (技術と文明), 2(1), 23-43.
- Glazebrook, Richard Tetley (1935). James Alfred Ewing, 1855-1935. *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society*, 1(4), 474-492.
- Hara, Masatoshi (原正敏) (1997). 明治期の図学教育 (La enseñanza de la Geometría Descriptiva durante el periodo Meiji). *Zugaku kenkyū* (図学研究), 31, 21-26.
- Hughes, Thomas P. (2012). The Evolution of Large Technological Systems. En W.E. Bijker, T.P. Hughes y T.J. Pinch (Eds.), *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology* (pp. 45-76). Cambridge, MIT Press.

- Imperial College of Engineering (1878). *Catalogue of Books, Contained in the Library of the Imperial College of Engineering*. Imperial College of Engineering.
- Iwai, Zenta (岩井善太) y Miyazaki, Ayumu (宮崎歩) (2014). *中原淳蔵-近代日本の工学教育・研究のパイオニア-* (*Junzō Nakahara. Pionero de la enseñanza y la investigación de la Ingeniería en el Japón moderno*). Yamagashi Kyōiku Iinkai (山鹿市教育委員会).
- Kaigun Kikan Gakkō (海軍機関学校) (Escuela de Mecanismos de la Marina (1908). *海軍機関学校一覽-明治四十年二月* (*Catálogo de la Escuela de Mecanismos de la Marina. Febrero de 1907*). Kaigun Kikan Gakkō.
- Kashihara, Hiroki (柏原宏紀) (2018). *明治の技術官僚-近代日本をつくった長州五傑-* (*Los burócratas de la tecnología del periodo Meiji. Los Cinco de Chōshū, constructores del Japón moderno*). Chūō Kōron Shinsha (中央公論新社).
- Koide, Taneo (小出植男) (1917). *小出長十郎先生伝* (*Biografía de Chōjūrō Koide*). Taneo Koide.
- Kōshu Gakkō (工手学校) (Edit.) (1894). *工手学校一覽-明治二十七年* (*Catálogo de Kōshu Gakkō. 1894*). Kōshu Gakkō.
- Kumamoto Kōtō Kōgyō Gakkō (熊本高等工業学校) (Escuela Industrial Superior de Kumamoto) (Edit.) (1911). *熊本高等工業学校一覽-自明治四十三年・至同四十四年-* (*Catálogo de la Escuela Industrial Superior de Kumamoto. 1910-1911*). Kumamoto Kōtō Kōgyō Gakkō.
- Kyōto Kōtō Kōgei Gakkō (京都高等工芸学校) (Escuela Superior de Artes Industriales de Kioto) (Edit.) (1911). *京都高等工芸学校一覽-自明治四十三年・至明治四十四年-* (*Catálogo de la Escuela Superior de Artes Industriales de Kioto. 1910-1911*). Kyōto Kōtō Kōgei Gakkō.
- Kyōto Teikoku Daigaku (京都帝国大学) (Universidad Imperial de Kioto) (Edit.) (1900). *京都帝国大学一覽-從明治三十二年・至明治三十三年-* (*Catálogo de la Universidad Imperial de Kioto. 1899-1900*). Kyōto Teikoku Daigaku
- Kyōto Teikoku Daigaku (京都帝国大学) (Universidad Imperial de Kioto) (Edit.) (1912). *京都帝国大学一覽-從明治四十四年・至明治四十五-* (*Catálogo de la Universidad Imperial de Kioto. 1911-1912*). Kyōto Teikoku Daigaku.
- Kyū Kōbu Daigakkō Shiryō Hensankai (旧工部大学校史料編纂会) (Asociación para la Compilación de Documentos Históricos del Antiguo Colegio Imperial de Ingeniería) (1932). *旧工部大学校史* (*Documentos históricos del antiguo Colegio Imperial de Ingeniería*). Toranomokai (虎ノ門会).
- Kyūshū Teikoku Daigaku (九州帝国大学) (Universidad Imperial de Kyūshū) (1912). *九州帝国大学一覽-從明治四十四年・至明治四十五年-* (*Catálogo de la Universidad de Kyūshū. 1911-1912*). Kyūshū Teikoku Daigaku.
- Landes, David S. (1969). *The Unbound Prometheus. Technological Change and Industrial Development in Western Europe from 1750 to the Present*. Cambridge University Press.
- Latimer, Colin (2008). Kelvin and the Development of Science in Meiji Japan. En R. Flood, M. McCartney y A. Whitaker (Eds.), *Kelvin: Life, Labours and Legacy* (pp. 212-340). Oxford University Press.
- Makino, Toshiro (牧野俊郎) (2008). 朝永正三先生と佐瀬武雄さんの卒業證書 (Los certificados de graduación del profesor Shōzō Tomonaga y de Takeo Sase). *Kyōto Daigaku Kōtō Kyōiku Kenkyū* (京都大学高等教育研究), 14, 105-110.

- Miyoshi, Nobuhiro (三好信浩) (2005). *日本工業教育発達史の研究 (Investigación sobre la Historia del Desarrollo de la Educación Industrial de Japón)*. Kazama Shobō (風間書房).
- Nagoya Kōtō Kōgyō Gakkō (名古屋高等工業学校) (Escuela Industrial Superior de Nagoya) (Edit.) (1911). *名古屋高等工業学校一覽—自明治四十三年・至明治四十四年— (Catálogo de la Escuela Industrial Superior de Nagoya. 1910-1911)*. Nagoya Kōtō Kōgyō Gakkō.
- Nakaoka, Tetsurō (中岡哲郎) (2006). *日本近代技術の形成—〈伝統〉と〈近代〉のダイナミックス— (La formación de la tecnología moderna de Japón. La dinámica entre la tradición y la modernidad)*. Asahi Shinbunsha (朝日新聞社).
- Noguchi, Kazuko (野口和子), *et al.* (2007). 地震研究所及び国立科学博物館に残された関谷清景・大森房吉の観測帳について (Sobre los registros de observación de Seikei Sekiya y Fusakichi Ōmori conservados en el Centro de Investigaciones Sísmicas y el Museo Nacional de Naturaleza y Ciencia). *Tōkyō Daigaku Jishin Kenkyū Gijutsu Kenkyū Hōkoku (東京大学地震研究技術研究報告)*, 13, 147-162.
- Ohashi, Hideo (2004). Engineering Education in Japan. Past and Present. *Proceedings of the 9th World Conference of Continuing Engineering Education*, 1-5.
- Ōsaka Kōtō Kōgyō Gakkō (大阪高等工業学校) (Escuela Industrial Superior de Ōsaka) (Edit.) (1912). *大阪高等工業学校一覽—從明治四十四年・至明治四十五年— (Catálogo de la Escuela Industrial Superior de Ōsaka. 1911-1912)*. Ōsaka Kōtō Kōgyō Gakkō.
- Rikugun Shikan Gakkō (陸軍士官学校) (Escuela de Oficiales del Ejército) (Edit.) (1908). *陸軍士官学校—明治四十一年 (Escuela de Oficiales del Ejército. 1908)*. Rikugun Shikan Gakkō.
- Roderick, Gordon W. y Stephens, Michael D. (1978). *Education and Industry in the Nineteenth Century. The English disease?* Longman.
- Sakai, Makoto (酒井真) (2004). 重化学工業勃興期における高等工業学校教育論の検討—技術者の資質育成を中心に— (Análisis de las ideas sobre la educación de las Escuelas Industriales Superiores en el periodo de rápida expansión de las industrias pesadas y químicas, con especial atención a la formación de las capacidades de los tecnólogos). *Kyōikugaku Kenkyū Jānaru (教育学研究ジャーナル)*, 1, 59-67.
- Sawai, Minoru (沢井実) (2016). *機械工業 (La industria de la maquinaria)*. Nihon Keieishi Kenkyūjo (日本経営史研究所).
- Shiritsu Meiji Senmon Gakkō (私立明治専門学校) (Escuela Particular de Especialización Meiji) (1914). *私立明治専門学校一覽—自明治四十五年・至大正二年— (Catálogo de la Escuela Particular de Especialización Meiji. 1912-1914)*. Shiritsu Meiji Senmon Gakkō.
- Sugimoto, Masayoshi y Swain, David L. (1978). *Science and Culture in Traditional Japan. A.D. 600-1854*. The MIT Press.
- Suzuki, Jun (鈴木淳) (1998). 明治の機械工業—その生成と展開— (La industria de la maquinaria del periodo Meiji. Su formación y desarrollo). Minerva Shobō (ミネルヴァ書房).
- Takechi, Yuri (武智ゆり) (2007). ウェスト先生と明治の工学教育—機械と学生とヨットを愛して25年— (El profesor West y la enseñanza de la Ingeniería del periodo Meiji. 25 años de apego hacia la maquinaria, los estudiantes y los yates). *Kindai Nihon no Souzōshi (近代日本の創造史)*, 3, 22-30.

- Teikoku Daigaku (帝国大学) Universidad Imperial (Edit.) (1888). *帝国大学一覽-從明治二十・至二十一年-* (*Catálogo de la Universidad Imperial. 1887-1888*). Teikoku Daigaku.
- Tōkyō Daigaku Hōribun Sangakubu (東京大学法理文三学部) (Los Tres Departamentos de Leyes, Ciencias y Literatura de la Universidad de Tokio) (Edit.) (1878). *東京大学文理法三学部一覽略-明治十一年-* (*Catálogo de los Tres Departamentos de Leyes, Ciencias y Literatura de la Universidad de Tokio. 1878*). Zenshichi Maruya (丸家善七).
- Tōkyō Daigaku Hōribun Sangakubu (東京大学法理文三学部) (Los Tres Departamentos de Leyes, Ciencias y Literatura de la Universidad de Tokio) (Edit.) (1881). *東京大学文理法三学部一覽-從明治十三年・至明治十四年-* (*Catálogo de los Tres Departamentos de Leyes, Ciencias y Literatura de la Universidad de Tokio. 1880-1881*). Zenshichi Maruya (丸家善七).
- Tōkyō Daigaku Hōribun Sangakubu (Los Tres Departamentos de Leyes, Ciencias y Literatura de la Universidad de Tokio) (東京大学法理文三学部) (Edit.) (1884). *東京大学文理法三学部一覽-從明治十六年・至明治十七年-* (*Catálogo de los Tres Departamentos de Leyes, Ciencias y Literatura de la Universidad de Tokio. 1883-1884*). Zenshichi Maruya (丸家善七).
- Tōkyō Kōtō Kōgyō Gakkō (東京高等工業学校) (Escuela Industrial Superior de Tokio) (Edit.) (1912). *東京高等工業学校一覽-從明治四十四年・明治四十五年-* (*Catálogo de la Escuela Industrial Superior de Tokio. 1911-1912*). Tōkyō Kōtō Kōgyō Gakkō.
- Tōkyō Teikoku Daigaku (東京帝国大学) (Universidad Imperial de Tokio) (Edit.) (1900). *東京帝国大学一覽-從明治三十二年・至明治三十三年-* (*Catálogo de la Universidad Imperial de Tokio. 1899-1900*). Tōkyō Teikoku Daigaku.
- Tōkyō Teikoku Daigaku (東京帝国大学) (Universidad Imperial de Tokio) (Edit.) (1912). *東京帝国大学一覽-從明治四十四年・至明治四十五年-* (*Catálogo de la Universidad Imperial de Tokio. 1911-1912*). Tōkyō Teikoku Daigaku.
- Tōkyō Shokkō Gakkō (東京職工学校) (Escuela Vocacional de Tokio) (Edit.) (1889). *東京職工学校一覽-從明治二十一・至二十二年-* (*Catálogo de la Escuela Vocacional de Tokio. 1888-1889*). Tōkyō Shokkō Gakkō.
- Tōhoku Teikoku Daigaku (東北帝国大学) Universidad Imperial de Tōhoku (Edit.) (1913). *工学専門部一覽-自明治四十五年四月・至大正二年三月-* (*Catálogo de la Universidad Imperial de Tōhoku. Abril de 1912-marzo de 1914*). Tōhoku Teikoku Daigaku.
- Tsunekawa, Seiji (恒川清爾) (2015). カリキュラムから見る明治大正期の高等技術者教育—大学・高等工業学校機械工学科カリキュラムの定量的分析と米国との比較・再評論— (La educación de los tecnólogos de nivel superior de los periodos Meiji y Taishō vista desde el currículum. Un análisis cuantitativo, una comparación con Estados Unidos y una reconsideración del currículum de la enseñanza de la Ingeniería Mecánica en las Universidades y las Escuelas Industriales Superiores). *Gijutsu Bunka Ronsō (技術文化論叢)*, 18, 18-36.
- Uemura, Shōji (植村正治) (2015). 明治前期における技術者の経歴と統計観察 (Análisis estadístico y carreras profesionales de los ingenieros de la primera mitad del periodo Meiji). *Shakai Kagaku (社会科学)*, 44(4), 1-48.

- Uemura, Shōji (植村正治) (2016). 通信省・大蔵省・植民地統治機関における工学士経歴の統計観察 (Análisis estadístico de la trayectoria de los ingenieros de los Ministerios de Comunicaciones y Finanzas y los organismos de colonización). *Shakai Kagaku (社会科学)*, 45(4), 127-157.
- Uemura, Shōji (2017). 近代日本における工学士の省庁・地方庁・民間部門間の移動：技術普及に関する統計観察（1） (La circulación de los ingenieros entre los Ministerios, los gobiernos locales y el sector privado en el Japón moderno: análisis estadístico de la difusión de la tecnología, 1). *Shakai Kagaku (社会科学)*, 47(3), 1-41.
- Uemura, Shōji (2018). 近代日本における工学士の陸海軍・民間部門・省庁・教育機関間の移動：技術普及に関する統計観察（2） (La circulación de los ingenieros entre los Ministerios, los gobiernos locales y el sector privado en el Japón moderno: análisis estadístico de la difusión de la tecnología, 2). *Shakai Kagaku (社会科学)*, 47(4), 29-66.
- Uemura, Shōji (2019). 東京開成学校における機械工学教育 (La enseñanza de la Ingeniería Mecánica en el Kaisei Gakkō de Tokio). *Shakai Kagaku (社会科学)*, 49(1), 201-236.
- Wada, Masanori (和田正法). (2013). *日本の工学形成における工部大学校の役割 (El papel del Colegio Imperial de Ingeniería en la formación de la Ingeniería de Japón)*. Tesis doctoral del Instituto Tecnológico de Tokio.
- Waseda Daigaku (早稲田大学) (Universidad de Waseda) (Edit.) (1913). *早稲田大学一覽-大正二年— (Catálogo de la Universidad de Waseda. 1913)*. Waseda Daigaku.
- Yamamura, Kōzō. (1977). Success Illgotten? The Role of Meiji Militarism in Japan's Technological Progress. *The Journal of Economic History*, 37(1), 113-135.
- Yonezawa Kōtō Kōgyō Gakkō (米沢高等工業学校) (Escuela Industrial Superior de Yonezawa (Edit.) (1913). *米沢高等工業学校一覽-自明治四十五年・明治四十六年— (Catálogo de la Escuela Industrial Superior de Yonezawa. 1912-1913)*. Yonezawa Kōtō Kōgyō Gakkō.