

Los inicios de la formación de Ingenieros en Europa

**Dr. Enrique Daniel Silva
Ing. Leonel Pereyra
Mg. Carlos Ríos
Esp. Patricia Tilli**

Los inicios de la formación de Ingenieros en Europa

Dr. Enrique Daniel Silva (Director)

Ing. Leonel Pereyra

Mg. Carlos Ríos

Esp. Patricia Tilli

**(Docentes e investigadores de la Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Haedo)**

Introducción

Sobre la génesis de la ingeniería sistemática en el período en estudio

A modo de cierre

Bibliografía

2016

Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional - edUTecNe

<http://www.edutecne.utn.edu.ar>

edutecne@utn.edu.ar



©[Copyright]

edUTecNe, la Editorial de la U.T.N., recuerda que las obras publicadas en su sitio web son de libre acceso para fines académicos y como un medio de difundir la producción cultural y el conocimiento generados por autores universitarios o auspiciados por las universidades, pero que estos y edUTecNe se reservan el derecho de autoría a todos los fines que correspondan.

Introducción

El presente material pretende desarrollar aportes para permitir desentrañar los orígenes de la formación sistemática de los ingenieros en Europa. Instancias que posteriormente se reflejaran en América.

Para lo cual, adoptaremos la conceptualización de “formación sistemática”, ya que desde que el hombre transita nuestro planeta, se enfrentó a exigencias que demandaban soluciones técnicas y/o tecnológicas, y las mismas se compaginaron en base al espíritu de creatividad e inventiva, de personas que sin contar con la formación pertinente, supieron atender estas situaciones.

Establecida esta cuestión, nos dedicaremos a analizar el surgimiento de la ingeniería. Vale aclarar que el material presentado seguidamente forma parte de la investigación que estamos llevando a cabo desde la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Haedo, ya que resultará replicada en la Catedra de Ingeniería y Sociedad, de la mencionada Casa de Altos Estudios.

Sobre la génesis de la ingeniería sistemática en el período en estudio

Como inicial antecedente de la formación de los ingenieros, lo podemos ubicar en la creación de la Academia de Ciencias, en 1666, desarrollada en Francia, durante el reinado de Luis XIV, con el patrocinio de su primer ministro Jean Baptiste Colbert (1619 – 1683). De la citada Academia entre sus fines, podemos recrear el Art. 2, que decía: “Anima y protege el espíritu de la investigación y contribuye al progreso de las ciencias y de sus aplicaciones...”. En clara alusión a como se percibía, que debía encauzarse el desarrollo de la tecnología, por medio de un organismo especializado. Esta Academia en 1795, paso a ser el Instituto Nacional de Ciencias y Artes, que agrupara a las Academias existentes. Como tampoco en cuanto a la ingeniería, podemos pasar por alto a la precursora Universidad Técnica de Praga, fundada en 1707, a instancias de Josef Willenberg (1655 - 1731).

Otro antecedente que podemos rotular de pionero, en cuanto a la formación ingenieril, lo brindaba el investigador Luis Javier Sanz Balduz, al hacer referencia al respecto cuando expresaba: “el italiano (Galileo Galilei, 1564 - 1642) publicó en 1638, lo que se suele denominar el primer libro de ingeniería estructural de la historia, titulado: “Discurso y Demostración Matemática, en torno a dos nuevas ciencias, sentando las bases de los estudios posteriores” (2014, p. 51).

De acuerdo con esta trascendental obra, Carlos Solis en la presentación contemporánea de la misma, expresaba: “Lo importante es ahora constatar como el esfuerzo de Galileo por hacer encajar la naturaleza en el marco copernicano, produciendo como consecuencia una nueva mecánica.

El primer lugar, la idea de sistema inercial que, en forma de principio de relatividad mecánica dirige la refutación de las objeciones clásicas. El movimiento uniforme y circular es inercial y, como el reposo, no produce ningún efecto mecánico que permita atestiguar la dirección del movimiento...” (1996, p.40).

Continuando posteriormente citando: “En segundo lugar, el movimiento inercial se conserva indefinidamente, siendo un estado en sí mismo – y no un proceso, al modo aristotélico – ontológicamente independiente del móvil y de su naturaleza física” (1996, p.40).

Para luego señalar: “Finalmente mencionaremos el principio de composición de

movimientos rectilíneos y circulares” (1996, p.41). Instancias y conceptos que dejaban atrás la concepción aristotélica, que había sabido perdurar, abriendo el camino a otro tipo de comprensión.

En este sentido, Sanz Balduz también decía: “De hecho Philippe de La Hire (1640 - 1718) es acreditado como uno de los primeros estudiosos, que fueron capaces de introducir los métodos de cálculo estructural. En 1695, publicaba el libro “Traite de mecanique”: ou lo n explique toutce qui est necessaire dans la pratique des arts, y les propietes des corps pesantes lesquelles ont un plus grand usage dans la physique” (2014, p. 53). A partir del cual desarrollaba un método de cálculos de arcos de fábrica teniendo en cuenta los procedimientos geométricos.

En cuanto al rol del Ingeniero, lo observamos en un primer momento vinculado con el arte militar, es decir inventaba y construía elementos útiles para la guerra, como fortificaciones, obras públicas y maquinaria bélica. Aunque la denominación de Ingeniero, puede reconocerse en bibliografía que data del siglo VIII. Sin embargo con la llegada del Renacimiento, que abarca el siglo XV al siglo XVI, el concepto de Ingeniero adquiere una dimensión de reivindicar la tarea y sus servicios.

Asimismo los orígenes del ingeniero francés contemporáneo, se encuentran entre los técnicos expertos de guerra, artillería y fortificaciones. Así en el final de la denominada Guerra de los Cien Días (1337 - 1453), la rama de los ingenieros militares fue adquiriendo un papel decisivo, como también se debe mencionar, que resultaron empleados en las guerras de Italia (1494 - 1559).

Este clima belicoso entre reinos, e imperios que se experimentaba, tanto en la defensa y/o expansión de sus dominios, produjo la necesidad de que además de contar con ejércitos, se agregaba en base al éxito obtenido, a especialistas en logística e infraestructura militar.

A efectos de dimensionar el intenso clima beligerante mencionado de la época, lo podemos brevemente reseñar, teniendo en cuenta los siguientes acontecimientos sucedidos. Entre 1756 a 1763, se produce la denominada Guerra de los siete años, que desarrollo una serie de conflictos, interviniendo el Reino de Prusia, el Reino de Hanover (el cual contaba con una relación muy directa con Gran Bretaña y se ubicaba en la actual Alemania), y el Reino de Gran Bretaña, el cual fue acompañado por sus Colonias Americanas, y el Reino de Portugal; enfrentando al Reino de Sajonia, el Imperio Austríaco, el Reino de Francia, el Imperio Ruso, Suecia, y el Reino de España.

La disputa se centralizó por el dominio de Silesia (región que abarcaba la actual Polonia, con pequeñas partes de la República Checa y Alemania) y por el desarrollo colonial de la India, África y Filipinas. Entre 1768 a 1774, se desataba la guerra ruso – turca, dada la tensa relación planteada por la disputa en Polonia.

Como también se producían otros cambios de trascendencia política, ya que en 1769, Egipto declaraba su independencia al Imperio Otomano, también conocido como Imperio Turcootomano, (que mantuvo su vigencia entre 1300 a 1923). En 1776, los Estados Unidos, se independizaba de la Corona Británica, que fue precedida por controversias militares y económicas. En 1792, en Francia es derrocado Luis XVI, y se proclamaba la República. A lo cual, las entonces monarquías europeas, descontentas con los acontecimientos experimentados en Francia, iniciaron distinto tipo de hostilidades, hasta la firma del Tratado de Amiens, en 1802, que logra apaciguar la controversia desatada En 1798, Napoleón Bonaparte (1769 - 1821) invadía Egipto.

Con tales enfrentamientos, fue adquiriendo importancia este tipo de profesionales tecnológicos, dedicados a la faz de infraestructura y logística propia de momentos belicosos, que con el tiempo conformarían los llamados Cuerpos de Ingenieros, los cuales se fueron independizando del arma de Artillería.

Retomando nuevamente a Sanz Balduz, cuando comentaba en esta línea: “De hecho, la ingeniería o arquitectura militar, que en sí misma era una disciplina novedosa, puesto que los avances científicos así lo imponía, nació en Italia, desde donde se expandió a España, Francia y Alemania” (2014, p. 55). Como también este autor, reseñaba en cuanto a quienes realizaban este tipo de tareas, cuando señalaba: “pero todos estos expertos militares no eran parte de una corporación estructurada.

Eran funcionarios y trabajadores públicos que no se habían formado según un patrón común. Las diferentes Academias existentes (italianas en su mayoría) enseñaban simplemente un oficio al mismo tiempo que introducían de manera no estructurada la producción científica del momento.

De hecho, la única manera de obtener la formación necesaria se realizaba siguiendo dos procedimientos alternativos.

En el primero de ellos se trataba de colaborar como ayudante de un ingeniero (empírico) ya consagrado, con el que aprendía el oficio hasta obtener el título de ingeniero ordinario, título firmado por el Rey.

El segundo, que conducía a la obtención del mismo título, consistía en realizar los estudios necesarios en una de las diversas Academias que a partir del siglo XVI irán apareciendo progresivamente”. (2014, p. 55).

Alternativas que nos recreaban esta instancia tan empleada en cuanto a la acción del aprendizaje de los oficios, generalmente manuales – artesanales, que se procuraban del experto hacia sus aprendices; hasta la aparición de Instituciones que en una fase inicial fueron de origen militar, que evidentemente profesionalizaron y por tanto sistematizaron su quehacer, a las cuales nos dedicaremos en el presente trabajo, focalizado en la formación del ingeniero.

Asimismo la mención dada a Italia como el lugar de origen de la ingeniería, nos lleva a recrear la figura señera en este aspecto de Leonardo Da Vinci; quien dada su versatilidad, lo hizo destacarse en varias áreas del conocimiento y el arte, en nuestro caso nos interesa señalar su incursión en el área de la aerodinámica, hidráulica, la arquitectura, en distintos inventos, como en la construcción de armas de guerra. Se lo suele considerar por antonomasia el estereotipo del ingeniero.

Al respecto Desiderio Papp, expresaba en este sentido: “Mientras Colón desplazo con sus viajes los jalones del área explorada de la tierra, Leonardo Da Vinci (1452 - 1519), dilato, gracias a las dotes de su genio, el más universal que conoce la historia, los horizontes de todas las ramas de la ciencia de su tiempo. Pintor, escultor, ingeniero, arquitecto, físico y biólogo...” (1981, p.76). Quien además mencionaba más adelante, parte de los estudios realizados por Da Vinci, citando: “.....Puso en práctica el método experimental. Sus felices hallazgos en la mecánica y en la física, son particularmente numerosos: encontró las leyes del equilibrio de la polea y de la cuña, estudio las del plano inclinado, conocía las leyes de los vasos comunicantes, entrevió la trascendencia de la presión atmosférica, advirtió la realidad del vacío....” (1981, p.76).

Conocimientos que permitirán posteriormente, realizar fácticamente tantos renovados inventos técnicos, los que evidentemente surgieron debido a la impuesta necesidad, y además debemos tener en cuenta, que durante los siglos

anteriores se habían descubierto notables cuestiones de diversa índole, las que sirvieron de apoyatura conceptual. Alternativas indispensables, que brindaran el marco diríamos ideal, para el desarrollo tecnológico experimentado en el siglo XVIII.

Con tales antecedentes, que mostraban la necesidad de un profesional dedicado a la tecnología militar, se observa que el arma de la Artillería, fue incorporando temáticas referidas a las técnicas de fortificación, cobrando entonces relevancia el rol del ingeniero militar, que se reflejara en la aparición de distintas Escuelas y/o Academias como las que se mencionaran a continuación y representan puntualmente la formación académica de la ingeniería.

En España se creaba la Academia Real y Militar de los Países Bajos, en Bruselas, en 1675; cuyos estudios eran de un año de duración, para los oficiales, que constaba en conocimientos de geometría, fortificación, artillería, geografía, y arte de encuadrar. Para los estudiantes destacados se proponía un perfeccionamiento con un año más de estudio, donde se profundizaban saberes de navegación y práctica de dibujo.

Esta Academia resultó bastante efímera, ya que fue cerrada en 1706. Aunque vale mencionar y jerarquizar a este emprendimiento español, en la formación de ingenieros, ya que supo adelantarse a la fundación sistemática que se engendrara en Francia. Es decir, en 1716, se crea el Corps des Ingenieurs des ponts et chaussees, con el objetivo de formar especialistas en proyectar, construir y mejorar la red de comunicaciones, y las obras hidráulicas de Francia.

En 1720, se fundaba la Real Academia Militar de Matemáticas y Fortificaciones, en Barcelona, España. Donde se desarrollaban asignaturas como: matemática, aritmética y geometría, estática, óptica y cosmografía (que detallaremos más adelante en los denominados Tratados).

Para 1739, se publicaban las Ordenanzas e Instrucción para la enseñanza de las Matemáticas en la Real y Militar Academia, que planteaba una especie de diseño curricular, que se conformaba en cuatro cursos de nueve meses, con una duración total de tres años. De los cuales se discriminaban pragmáticamente, ya que los primeros cursos estaban destinados para la formación general de la oficialidad, mientras que los dos últimos se focalizaban para los ingenieros y oficiales de Artillería.

El Rey Francisco I (1494 - 1547), de Francia (1494 - 1594), creaba un servicio de artillería, y posteriormente con el reinado de Enrique IV (1533 - 1610) desarrollado entre 1553 - 1610, impulsaba un servicio de fortificaciones. Destacando que en un principio el personal técnico asimilado, contaba con un estado no militar y progresivamente se fueron incorporando al ejército.

El Cuerpo de Ingenieros, que los aglutinaba, se creaba en 1691 y el de Artillería en 1755. Ambos cuerpos militares, se desarrollaron junto con los cuerpos civiles de ingenieros empíricos, en tareas afines al emplazamiento de carreteras y puentes, y en la esfera de las comunicaciones. Estos cuerpos militares y civiles, darán origen a varias Escuelas de Formación Técnica, que posteriormente promocionaran la Escuela de Puentes y Caminos en 1747. Al año siguiente, es decir en 1748 se creaba la Ecole du Genie (Escuela de Ingeniería), en la ciudad de Mezieres, Francia, con el apoyo del Conde d'Argenson y Chastillon Nicolás (quien fuera luego su primer Director), para proveer profesionales técnicos del ejército.

En 1793 es trasladada a la ciudad de Metz, y resultaba clausurada en 1794. La formación se componía en dos años de duración; donde en primer año se focalizaban los conocimientos teóricos, y el segundo año los saberes prácticos. Así podemos reseñar, el siguiente recorrido académico de esta Escuela para 1776.

- 1º año: *Cursos de matemática, estática e hidráulica*
Práctica de dibujo con tinta de los sistemas de fortificación
Práctica de dibujo arquitectónico
Cursos de estereotomía y de corte de madera
- 2º año: *Ejercicios de asedio durante el otoño*
Ejercicios de levantamiento grafico de las fortificaciones, con regla y
Compás
Levantamiento detallado de las fortificaciones de una plaza, con acabado
en tinta

Esta demarcación de conocimientos teóricos y prácticos, para la formación de ingenieros, se corresponde ya que a partir de aproximadamente 1760, se fue dejando de lado la ejercitación memorística, que se realizaba principalmente sobre la obra de Charles Etienne Camus (1699 - 1768), quien fuera un reconocido matemático y físico francés, con una prestigiosa labor docente, y había publicado entre 1749 a 1751.

El texto rotulado: Cours de mathematiques; que se conformaba abarcando: aritmética, geometría, mecánica, e hidráulica (esta última parte quedo inconclusa). Dando paso a una enseñanza de tonalidad práctica, que se evidenció con la publicación de manuales que constaban de abundante ejercitación práctica.

Tal focalización llevo a los profesores y estudiantes, a resolver los problemas no sólo desde el aula, sino desde el propio terreno, y así llevar a cabo el aprendizaje in situ. Esta modalidad de amalgamar teoría y práctica, fue impulsada por Nicolás Chastillon (1559 - 1616), la cual posteriormente gracias a los aportes de Gaspard Monge (1746 - 1818) y Jean Baptiste Meusnier (1754 - 1793), profundizaron y mejoraron en forma sistemática esta metodología de aprendizaje.

También debemos mencionar que a instancias del Rey Carlos III (1716 - 1788), de España, se fundaba la Academia de Minas, en 1777, luego reconocida como Academia de Minas y Geografía Subterránea, de Almaden. Su impulsor inicial fue José Pares Franques (1720-1798). La Dirección en un primer momento estuvo a cargo del Ing. alemán Carlos Henning Koeler, quien fuera reemplazado por el Ing. Enrique Cristóbal Storr, cubriendo su gestión el período entre 1777 a 1785.

La enseñanza desarrollada se asemejo a la impulsada en la Academia de Minería de Freiberg. Los estudios dedicados a la Geometría Subterránea y de Mineralurgia, estuvieron a cargo del Ing. Storr.

Se aprovechó para la formación de ingenieros, la solera técnica del núcleo minero de la zona de Almaden, con la clara intencionalidad de promover profesionales para la extracción de la plata, en el continente americano. Entre las asignaturas que se dictaban, en esta Academia española podemos mencionar: química mineralógica y metalurgia; arte de minas; geometría subterránea; delineación; y lengua alemana.

En 1785, se inauguraba un nuevo edificio, dando la posibilidad de contar con un régimen de internado para sus estudiantes. Se debe también mencionar que en España, por primera vez se aplicaba el cálculo logarítmico, para la resolución de problemas, que serán implementados en el estudio de la Geometría Subterránea.

Entre sus notables egresados, podemos señalar a Fausto E'lhuyar (1755 - 1833), que también posteriormente resultara ser el Director del Cuerpo de Minería de la Nueva España, en la ciudad de México quien fuera el descubridor del

wolframio; y de Andrés Manuel del Río, que descubría en 1801, un nuevo material, conocido inicialmente como eritronio, y luego denominado vanadio, como actualmente se lo conoce.

Con tales antecedentes iniciaremos el recorrido previsto en cuanto al tipo de formación otorgada, reseñando a los Ingenieros Militares, a partir del siglo XVII, en Francia. Ya que los Ingenieros Militares se agrupaban en el denominado *Corpus Du Genie* (Cuerpo de Ingenieros), también reconocido como *Corpus Des Fortifications* (Cuerpo de Fortificaciones).

Vale mencionar a un Ingeniero Militar gravitatorio en estos tiempos como, fuera el Mariscal Sebastián Le Preste de Vauban (1633-1707), quien venía precedido, por el aval de haber construido más de 300 fortificaciones en la frontera. En España, emulando dicho accionar francés, el Rey Felipe V (1683 - 1724), nombraba en 1710, al Teniente Gral. Próspero de Verboom (1655 - 1744), como Ingeniero Gral. de los Ejércitos y Plazas, con la iniciativa de organizar al Cuerpo de Ingenieros (Manuel Novoa, extraído de Alicia C. Muñoz – Coordinación, 2005, p. 188).

Al respecto los historiadores Horacio Capel, Joan E. Sánchez y Omar Moncada (1988), daban cuenta de la creación de la Real Academia Militar de Matemáticas de Barcelona, en 1720, a la cual accedían los estudiantes de las familias pudientes, comprendiendo una edad mínima que oscilaba entre los 14 y los 16 años. Los estudios programados se distribuían en tres años, divididos en cuatro cursos de nueve meses cada uno. En relación a la formación recibida, los autores reseñaban que la misma constaba de las siguientes temáticas planteadas en forma de Tratados:

Tratado I: De la aritmética. Números enteros; algoritmo lineal; razón y proporción en común; reglas de proporción; potencias y raíces; proyecciones.

Tratado II: De la geometría elemental. Elementos de Euclides; rectángulos que se forman sobre una línea recta dividida en partes; propiedades del círculo y de las líneas rectas que lo tocan y de las que están dentro de él; razón y propiedades de las figuras planas; prisma y paralelepípedo; pirámide; cilindro y esfera; secciones cónicas.

Tratado III: De la trigonometría y geometría práctica. trigonometría plana; construcción de figuras planas; inscripción y circunscripción de las figuras rectas en el círculo; transformación de las figuras planas; uso de instrumentos; planimetría; estereometría; nivelamiento.

Tratado IV: De las fortificación. Fortificación plana; fortificación irregular; fortificación efectiva sobre el terreno; fortificación de campaña.

Tratado V: De la artillería. Naturaleza; composición; reconocimiento y conservación de la pólvora; artillería antigua y moderna, delineación de morteros, cañones, cureñas y armas; baterías de cañones y morteros; minas y contraminas; fuegos artificiales, tren de artillería e inventarios de las plazas.

Tratado VI: De la cosmografía. La esfera celeste; hidrografía; náutica; cosas pertenecientes al tiempo.

Tratado VII: De la estática. Movimiento de los cuerpos graves; maquinaria; hidráulica; compendio de óptica; principios generales de óptica; perspectiva.

Tratado VIII: De la arquitectura civil. Decoración y hermosura del edificio; firmeza y seguridad de las construcciones.

Como se denota de los saberes enunciados, en los Tratados anteriores se abarcaban los conocimientos de matemática, geometría y trigonometría; por otro lado los referidos al área militar; como también temáticas sobre estática y arquitectura; y de cosmografía. Es decir se procuraba por una formación que para la época le suministraban amplios basamentos teóricos al Ingeniero Militar, que le permitieran intervenir prácticamente en variadas tareas.

Un claro ejemplo lo podemos constatar en el Ingeniero Militar Félix de Azara, quien durante veinte años, transito los dominios territoriales coloniales de España en América, desde 1781. A efectos de delimitar la frontera de la Colonia Española. Quien además, aportara un importante material sobre los mamíferos, reptiles y aves de América del Sur.

Sobre la labor desarrollada por Félix de Azara (1742-1821), el Ing. José Babini, reseñaba: *“en su tarea oficial, que en definitiva fracasó debido a la política dilatoria seguida por los funcionarios lusitanos. Azara tuvo ocasión de emprender una serie de viajes por toda la provincia del Paraguay, recorriendo Uruguay, el Iguazú, el Alto Paraná, y la región del Chaco principalmente”* (1986, p. 57).

Como también el historiador Babini, lo mencionaba, cuando decía: *“con la llegada de las comisiones demarcadoras de límites, durante la segunda mitad del siglo XVIII, la cartografía colonial entra en una etapa de franco progreso, sin duda más visible en el perfeccionamiento de la técnica cartográfica, que en el aumento de las informaciones geográficas”* (1986. p. 34).

Asimismo exponía: *“la obra científica de Azara es múltiple y por igual interesa a la ciencia natural, a la historia, a la geografía y a la cartografía”* (1986, p. 58). Expresiones que nos ilustraban en base a lo desarrollado por Félix de Azara, la profundización llevada a cabo en variados tópicos, acorde y sustentada por la formación recibida como Ingeniero Militar.

En 1761, en España, se producía el distanciamiento entre la Real Academia de Matemáticas y Fortificaciones de Barcelona (de 1720) con la de Artillería de Cádiz, (de 1751), que repercutirá en intentar amalgamar a los profesionales de la ingeniería con los de artillería. Años más tarde, en 1770, se fundaba el Cuerpo de Ingenieros de la Marina, con orientación en tareas de proyectos e infraestructura en Arsenales Navales, cuyo primer Director fuera Francisco Gautier.

En España, a instancias de Agustín de Betancourt, se creaba la Inspección de Caminos en 1799, y para 1802, surgía la Escuela de Ingenieros de Caminos. Esta alternativa de contar con un cuerpo de Ingenieros de Caminos y Puentes, a través de una organización cuasimilitar, intentaba diferenciar el trabajo de los Ingenieros Militares y de los Navales (extraído del blog de Víctor Yepes Piqueras, 2014).

Así podemos entonces también reseñar lo extraído de Velamazan Angeles y Ausejo Elena (1989), cuando citaban la siguiente información sobre el Plan de Estudio de Ingenieros Militares, en España, para el período 1803 – 1808, a partir del cual podemos observar las distintas particularidades que se contemplaban con este tipo de formación, como también se adjuntan datos sobre la conformación de los docentes a cargo:

*Gobierno: Carlos IV (1788 - 1808). Ministro de Guerra José Antonio Caballero
Ingeniero General José de Urrutia (1797 - 1803), Manuel de Godoy
(1803 - 1808) Lugar: Alcalá de Henares (Madrid)*

Director: Vicente Heredia

Jefe de Estudios: Carlos Francisco Cabrera.

Personal de la Academia: Luis Veyan (1803 - 1808); Manuel Bayo (1803 - 1808); Mariano del Río (1803 - 1808); Ramón Calbert (1803 - 1808); José Falck (1803 - 1808); Francisco Bustamante (1803 - 1808); Vicente Ferraz (1804 - 1808); Calletano Zapino (1804 - 1808); Antonio Sangenis (1804 - 1808); Julián Albo (1804 - 1808); José Cortinez (1804 - 1808); Tomás Soldevila (1804 - 1808); Ramón Llovet (1804 - 1808); Luis Landaburu; José Román y Manuel Rodríguez Pérez

Aspirantes: Oficiales y Cadetes

Examen de Ingreso: Nociones de Algebra, Cálculo Diferencial e Integral, Dinámica, Hidrodinámica, Fortificación

Plan de Estudio: Primer año: Cálculo Diferencial e Integral, Hidrodinámica, Fortificación

Segundo año: Artillería, Minas, Ataque y Defensa de las plazas, táctica, Castrametación; Estrategia

Tercer año: Óptica, Perspectiva, Trigonometría Esférica, Geografía, Nociones de Astronomía, Topografía, Arquitectura Civil (construcción General y Obras Hidráulicas inclusive)

Materias Diarias: una materia (2 horas)

Exámenes: Cada 4 meses, comprendiendo todo lo explicado hasta entonces. Habrá un examen general al finalizar los 3 años de estudio

Trabajo en la Academia: Proyecto de elaboración de 20 tomos de materias para la enseñanza:

1. Aritmética y Geometría, 2. Algebra y Operaciones Prácticas, 3. Cosmografía, 4. Primera parte de la Fortificación, 5. Castrametación, 6. Geometría y Ecuaciones Superiores, 7. Cálculo Diferencial e Integral, 8. Estática y Dinámica, 9. Hidráulica e Hidrodinámica, 10. Arquitectura Civil, 11. Segunda parte de Fortificación, 12. Ataque de las Plazas, 13. Defensa de las Plazas, 14. Fortificación de Campaña, 15. Ataque y Defensa de las Obras de Campaña, 16. Artillería, 17 y 18 Minas, 19. Táctica, 20. Geodesia.

En agosto de 1807 se estaba trabajando sobre estos temas:

- *Sangenis, estaba escribiendo el Tratado Analítico de las secciones cónicas, las cantidades radicales y otras teorías del Algebra y empujes de tierras y de arcos; Bustamante, el tratado de Cosmografía;*
- *Landaburu, la Trigonometría y tipografía;*
- *Román, el cálculo Trigonométrico de un semifrente del hexágono regular fortificado por el primer sistema de Vauvan, con el computo de desmontes y terraplenes;*
- *Albo, trabajaba en la Fortificación, teniendo terminado el Discurso preliminar sobre el origen y la necesidad de su existencia, las definiciones y nociones sobre planta y perfil;*
- *Ferraz, el tratado de Fortificación de campaña, teniendo hechos muchos extractos de Trincano y Montalenbert;*
- *Vayo, escribía el tratado de Artillería;*
- *Del Río, sobre ataque de plazas; y*
- *Rodríguez Pérez, redactaba un discurso sobre Artillería.*

Sobre la información descrita anteriormente, sobresalen dos conceptos que requieren de aclaraciones, en cuanto a la “topogra”, se está refiriendo a la noción de topografía, la cual se define como la técnica que consiste en describir y representar en un plano la superficie o el relieve de un terreno. Como también se refiere al conjunto de características que presenta la superficie o el relieve de un terreno. El otro término que requiere su conceptualización es el de castrametación (del latín *castrametari*, usado por Tito Livio (59 ac 17 dc), y que se compone de *castra*, plural de *castrum*, campamento, y *metari*, medir) es decir el arte de disponer los campamentos militares.

Del recorrido mostrado en cuanto al nivel exigido en el ingreso como en el desarrollo previsto en la formación de la Ingeniería Militar, se debe señalar la profundización de Matemática y Física, como de conocimientos específicos del área militar. Asimismo resulta relevante el detalle descrito, en relación a la tarea académica científica, que estaban llevando a cabo los docentes designados de la preparación de los Ingenieros Militares, en donde sobresalen los trabajos de matemática, geometría y trigonometría principalmente.

En cuanto a la matemática, se debe mencionar que el período contemplado al decir de José Babini, se desarrolló con las siguientes premisas: *“pero a partir de mediados del siglo XVIII hasta fines del XIX, el número de historias de esta índole (en referencia a publicaciones anteriores a la Enciclopedia), daban cuenta de la historia de la Medicina, de 1696, historia de la Geometría de 1719 y de la historia de la Astronomía de 1741) va en aumento, de ahí que sólo podemos referirnos a unas pocas en modo de ejemplo”*.

Entre las no muy numerosas historias de la matemática, del siglo XVIII, sobresalía la de Jean E. Montucla (1725 - 1799), de título largo y significativo: “Historia de las matemáticas en las que se da cuenta de sus progresos desde sus orígenes hasta nuestros días y en la que se expone el cuadro y el desarrollo de los principales descubrimientos, los litigios que originaron y los principales rasgos de la vida de los matemáticos más célebres”. Obra compuesta en dos volúmenes, publicada en 1758” (1967, p. 60). Que dada la alusión de Babini, en cuanto al lugar que va ocupando la matemática, conocimiento que resulta fundamental para la formación del ingeniero.

Se debe tener en cuenta, que desde el siglo XVII y XVIII, el motorizador del progreso que se va materializando en la tecnología, dado esencialmente de la mano de las ciencias experimentales, puntualmente de la física y la química. Ahora bien, estas ciencias experimentales, con una fuerte raíz empírico-positivista, buscaron y encontraron en su devenir “casamiento” con la matemática, un espíritu racional que las tornarían como conocimientos exactos (que durante mucho tiempo se supieron arrojar las ciencias experimentales).

Por tanto las ciencias experimentales, lograron asimilarse a la esquematización matemática, reproduciendo su comprensión de la naturaleza (como modelos ideales, aunque su comportamiento real, exige la incorporación de otras constantes). Así entonces nos encontraremos con una física imbricada con la matemática, las que intentaron trasuntar un rasgo de irrefutables. Instancia que comienza a deshilacharse recién en las primeras décadas del siglo pasado, con la aparición de la física atómica.

Al respecto Lois De Broglie (1892 - 1987), planteaba: *“El desarrollo de la mecánica ondulatoria ha obligado a los físicos a ampliar cada vez más sus concepciones. En esta nueva doctrina, las leyes de la Naturaleza no tienen un*

carácter tan estricto como en la Física Clásica; no se da ya un determinismo riguroso de los fenómenos, sino simplemente leyes de probabilidad. Es lo que expresaba de modo preciso el célebre Principio de Indeterminación, enunciado por Werner Heisenberg.” 1901 - 1976 (1993, p. 147).

Conceptos que ilustran a las claras como la omnipresencia cercana a la consideración que la física, resultaba una ciencia “*madura*” (connotación otorgada por Robert Blanche, 1898 - 1975), es decir próxima a la perfección, la cual va quedando atrás, al comenzar el siglo XX. Cobrando así relevancia el reconocido Principio de Indeterminación, enunciado por Heisenberg en 1925.

Continuando con la recreación histórica prevista, en cuanto a la ingeniería, debemos tener en cuenta, que en 1712, en Francia se creaba un Cuerpo de Ingenieros, para efectuar la inspección de puentes y caminos; que resultaba demarcatorio entre las tareas del Ingeniero Militar y el Ingeniero Civil, dando lugar a un profesional que efectuaba trabajos de ingeniería, pero en tiempos de paz (al respecto se puede consultar la obra de E.D. Silva, 2011).

En este sentido el mencionado Víctor Yepes Piqueras (2014) hacía referencia que la distinción del Ingeniero Civil, los cuales también resultaban denominados Ingenieros de Caminos, para señalar los trabajos no bélicos, y por tanto diferenciarlo del Ing. Militar.

Asimismo se debe señalar que Francia se focalizó en contar con Ingenieros para el servicio del Estado, a partir de los cuales marco un perfil profesional, que resultara materializado con la creación de la Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (Escuela Nacional de Puentes y Calzadas), en 1747, dedicados puntualmente a la construcción de puentes y carreteras. En la cual se desempeñaron inicialmente como docentes los Ingenieros Militares, desarrollando temáticas sobre la mecánica de los materiales, máquinas, e hidráulica. Bajo la Dirección del arquitecto e ingeniero empírico francés, Jean R. Perronet (1708 – 1794), quien mantuvo su cargo por 30 años.

Perronet resulto sumamente reconocido por sus trabajos en ingeniería estructural, en la construcción de puentes, como también en contribuir en el desarrollo de los tiempos para la fabricación de los elementos para la construcción, que para algunos estudiosos de la temática lo inscriben, como precursor de la actual Ingeniería Industrial.

Posteriormente en 1794, se creaba la Escuela Politécnica de París, que proporcionaba un modelo para procurar la formación del Ingeniero, desde la cual se iniciaba la publicación de la Revista Journal Polytechnique, con artículos de matemática y física principalmente.

En dicha Institución francesa, se deben mencionar como sus impulsores quienes también supieron materializar la promoción de la ciencia y la tecnología que instaba Napoleón Bonaparte, a investigadores de la talla de Gaspard Monge y Claude Berthollet (1748 – 1822).

Sobre los cuales en forma muy sintética, podemos citar, que Gaspard Monge, ingresaba en 1780 a la Academia Real de Ciencias; en 1794 cofundaba la Ecole Polytechnique, dando clases de geometría descriptiva; publicaba en 1799 el sistema diédrico, conocido luego como el sistema Monge. Como también mencionar que Gaspard Monge, tuvo activa participación en la Ecole du Genie, la cual adopto en 1777, su bibliografía, que se agrupaba en el tratamiento de las siguientes temáticas:

- + Estereotomía y aplicaciones; que el investigador Luis Javier Sanz Balduz profundizaba diciendo: “Se denominaba Estereotomía a los métodos geométricos de corte de piedra y madera, lo que posteriormente Monge señaló como geometría descriptiva” (2014, p. 71).
- + Ciencias Físicas; que el citado investigador planteaba: “Estas no sólo incluían la física experimental, sino también la química y la historia natural” (2014, p. 71).
- + Maquinaria; que recurriendo nuevamente a Sanz Balduz, exponía: “Desarrollo de los principios de la mecánica” (2014, p. 71).

Planteos que nos permiten observar cómo se implementó la asociación entre la teoría y la práctica, que había iniciado Chastillon, para formación ingenieril. Aunque con el tiempo la parte teórica fue declinando, aumentando los cursos de índole práctica.

Sobre Claude Berthollet, reseñamos que en 1787, junto con Louis – Bernard Guyton de Morveau (1737 - 1816), Antoine Francois de Fourcroy (1755 - 1809), y Antoine Lavoisier (1743 - 1794), publicaban el método de la nomenclatura química, que será el precursor a la química moderna. En 1794, también se inauguraba la Ecole Centrale des Travaux Publics, para encausar y fortalecer la formación técnica de los empleados del Estado Francés.

Otro aporte al surgimiento de la Ingeniería Civil, lo materializaba el inglés John Smeaton (1724 – 1792), quien se iniciara como artesano relojero, lograba gran reputación por la reconstrucción llevada a cabo del faro de Edystone. Como también es reconocido por su particular forma de trabajo para la época, el cual le permitía realizar simultáneamente varias obras, empleando personal de la zona, cotizando su desempeño de acuerdo con el tiempo invertido en cada proyecto encarado.

Vale aclarar que Smeaton, autodenominado Ingeniero Civil, intenta promover un quiebre, con el afán de separarse del Ingeniero Militar. Como también se debe mencionar la gestión realizada por Smeaton, para crear en 1771, la Society of Civil Engineer (Sociedad de Ingenieros Civiles), en Londres.

Así desde Inglaterra se conformaba otro modelo de ingeniero, ya que se orientó a un profesional que además de impulsar la respuesta a problemas técnicos se volcaba al sector privado, en la búsqueda de una rentabilidad económica y lucrativa, en base al trabajo realizado.

En cuanto a los modelos de formación de ingeniería, no podemos obviar lo realizado en Alemania ya que articularon otra propuesta. La cual se originaba debido al enfrentamiento entre el academicismo universitario, protagonizado por las profesiones clásicas, reconocidas como: Teología, Derecho y Medicina; frente a las profesiones que podríamos rotular de prácticas, que englobaban a la Ingeniería, Arquitectura, entre otras.

Optando por tanto, para estas profesiones prácticas, la formación en las denominadas Escuelas de Altos Estudios, alejadas de las Universidades existentes, pero asimilando su organización académica. Así entonces se presentó un esquema diferenciado, donde la Universidad estaría ligada a la investigación, mientras que las Escuelas se volcarían a los conocimientos y demandas de la industria, es decir a su aplicabilidad.

Entre sus primeros egresados célebres, debemos mencionar a Alexander Von Humboldt (1769 – 1859). Estas Escuelas se fueron consolidando en el tiempo, como podemos dar cuenta, cuando Williams Trevor, planteaba: “En Alemania, por ejemplo las Universidades antiguas mostraron la misma clase de antipatía hacia la tecnología, que se manifestara en Gran Bretaña, pero esto fue contrarrestado por la fundación de instituciones autónomas para la enseñanza superior de la tecnología, las Technische Hochschulen (Instituto de Tecnología). Estas tenían la categoría de las Universidades más antiguas y concedían sus propios títulos.

La primera fue la Universitat Karlsruhe en 1825, (la cual fue fundada como Polytechnische Schule, estructurada de acuerdo con el modelo trazado por la Ecole Polytechnique de París. Que dado el impulso recibido del Gran Duque de Baden Federico I, quien le otorgo la categoría de Hochschule, es decir el rango de Institución de Educación Superior.

Como reconocimiento a su impulsor resulto denominada: Universitat Fridericiana Karlsruhe), pero la mayoría de ellas se fundaron mucho más tarde como la: Universidad Técnica de Munich en 1868 y la Technische Hochschule de Berlín, en 1879. Era costumbre que los profesores mantuviesen fuertes lazos con la industria” (1997, pp. 4, 5). Conceptos que nos ilustraban como se implementó en Alemania, la formación tecnológica; manteniendo un fluido contacto con la faz productiva y a su vez ubicarse en forma paralela siendo coincidentes con las pautas que existían en las Universidades clásicas existentes.

En último caso, se debe mencionar la creación de la Universidad Estatal de San Petersburgo, en Rusia, fundada en 1724 por Pedro I (El Grande); quien promovió la occidentalización, fundamentalmente adhiriendo al espíritu impulsado por la Ilustración, tratando de propagarlo al vasto imperio. Como también fue percibiendo la necesidad de contar con personal calificado para administrar sus dominios territoriales.

Con esta expectativa, ese mismo año fundaba la Academia de Ciencias, que entre sus iniciales investigadores, podemos mencionar la presencia de renombrados hombres de ciencia, basta citar a: Leonhard Euler (1707 - 1783); Christian Goldbach (1690 - 1764); Nicolás (1700 - 1782) y Daniel Bernoulli (1695 - 1726) , entre otros. En 1773, por Decreto de la Emperatriz Catalina II (la Grande, 1729 - 1796), se iniciaba la actividad de la Academia de Minas y Recursos Naturales.

En base al recorrido realizado, nos estaríamos encontrando con las siguientes caracterizaciones en cuanto a los modelos pergeñados en relación al accionar del Ingeniero Civil, que podemos esquematizar en el Cuadro I:

Cuadro I Estilos en la formación del Ingeniero

Modelo	Impronta
Francés	Pondera la tarea al servicio del Estado
Inglés	Jerarquiza la planificación y el rédito económico
Alemán	Prioriza los saberes prácticos
Ruso	Pondera la tarea al servicio del zarismo

[Elaboración propia]

El investigador Josep Suriol Castellvi, en cuanto a la labor de la Ingeniería, planteaba: “...los *ingenieros civiles, descendientes indirectos de los ingenieros militares, no tardaron en incorporar la idea de planificación y ordenación geométrica, al espacio susceptible de ser transformado. De este modo, surge la idea de planificación urbana, en base a un criterio técnico unificado. La urbanización entendida como disciplina propia de la ordenación urbana, incorporaba así su objetivo: adaptar el espacio urbano a las nuevas demandas sociales. Por ello, las diferentes técnicas constructivas disponibles deberían someterse al criterio técnico sobre el que se ha pensado el proyecto*” (2002. p. 7).

La alusión a la problemática urbana atendida y proyectada, se encontró sumamente complejizada, dado los profundos y complejos cambios socioculturales, promovidos tanto en la gestación y/o expansión de la Revolución Industrial, planteada principalmente en las ciudades existentes.

Evolución de la Formación del Ingenieros Militares y Civiles

En cuanto a la evolución de la carrera de Ingeniería, podemos esquematizar los siguientes datos ilustrativos al respecto, encontrando la formación civil como en organizaciones de origen militar. Aunque esta distinción se desarrolló en forma dilatante en el tiempo. Asimismo observamos al ingeniero dada en una formación referida a la minería, que se detallan en el *Cuadro II [Evolución de la Formación del Ingenieros Militares y Civiles]*.

El Cuadro II nos permite observar, como se propago la carrera de Ingeniería en Europa, como también la podemos encontrar desarrollada en países de América que fueron asimilando esta formación tecnológica. Asimismo podemos relevar en función a las regiones y los años en que se implementó la carrera de ingeniería como fue, focalizada en el rubro industrial desarrollado.

Como también se debe señalar la amplia expansión dada entre 1747 a 1792, no sólo en Europa, sino también planteada en América. Y observar, como a partir de 1806 la organización de la Ingeniería, adquirió un perfil caracterizado por la impronta civil, tomando así autonomía propia de la génesis de la profesión, dada desde el área militar.

[Cuadro II]



Cuadro II Evolución de la Formación del Ingenieros Militares y Civiles

Año	Institución	País	Ciudad	Organización
1747	Escuela Nacional de Puentes y Calzadas	Francia	París	Civil
1748	Escuela de Ingeniería	Francia	Mezieres	Militar
1764	Academia de Artillería	España	Segovia	Militar
1765	Academia de Minas	Alemania	Freiberg	Civil
1775	Academia de Minas	Rusia	San Petersburgo	Civil
1777	Academia de Minería y Geografía Subterránea	España	Almaden	Civil
1780	Escuela Imperial de Artes y Oficios	Francia	Oise	Militar
1790	Academia Real de Artillería, Fortificación y Diseño	Portugal	Lisboa	Militar
1792	Real Academia de Artillería, Fortificación y Diseño	México	Ciudad de México	Civil
1792	Real Seminario de Minería	Brasil	Río de Janeiro	Militar
1802	Escuela Oficial del Cuerpo de Ingenieros de Caminos	España	Madrid	Militar
1806	Escuela Técnica Superior	República Checa	Praga	Civil
1815	Escuela Técnica Superior	Austria	Viena	Civil
1825	Escuela Politécnica	Alemania	Karlsruhe	Civil
1849	Escuela de Ingenieros	Chile	Capital	Civil
1857	Escuelas Superiores de Ingenieros	España	Barcelona	Civil
1865	Univ. de Buenos Aires, Dpto. de Ciencias Exactas	Argentina	Buenos Aires	Civil
1868	Universidad Técnica	Alemania	Munich	Civil
1877	Universidad de Ciencias Aplicadas	Países Bajos	Ámsterdam	Civil
1879	Technische Hochschule	Alemania	Berlín	Civil
1886	Facultad de Minas	Colombia	Capital	Civil

[Elaboración propia]

A modo de cierre

Las alternativas señaladas en cuanto al recorrido realizado, referido a la formación sistemática de los ingenieros, se desarrollaron en un lapso de tiempo signado por relevantes y trascendentales transformaciones. Ya que se debe puntualizar al respecto los cambios que devinieron en Europa y posteriormente en América, producida la Revolución Industrial, acaecida aproximadamente en 1760, y la Revolución Francesa, de 1789. Circunstancias renovadoras, que seguramente se entremezclaron entre sí produciendo un entramado socio-cultural, sumamente dinamizado.

Bibliografía

- Asociación Cultural Los Sitios de Zaragoza. España.
- Babini José (1967). Ciencia, Historia e Historia de la Ciencia. Centro Editor de América Latina. Bs. As. Argentina
- Babini José (1971). El siglo de las luces: ciencia y técnica. Centro Editor de América Latina. Bs. As. Argentina
- Galileo Galilei (1996). Dos nuevas ciencias. Planeta – De Agostini. Barcelona. España.
- Papp Desiderio (1981). Breve historia de las ciencias. Emece. Bs. As. Argentina
- Sanz Balduz Luis Javier (2014). Los puentes y los ingenieros en Los Sitios de Zaragoza.
- Silva Enrique Daniel – compilador (2011). Reflexiones en torno a la Ingeniería, los desafíos actuales. Tercer Milenio. Bs. As. Argentina
- Silva Enrique Daniel (2009). La Ingeniería: su pasado y presente en nuestro país. Prometeo. Bs. As. Argentina
- Silva Enrique Daniel (2015). Aportes para el análisis futuro en la formación de ingenieros. Académica Española. Alemania
- Suriol Castellvi Josep (2002). Art. Los Ingenieros de Caminos en la transformación urbana de las ciudades españolas a finales del siglo XIX. El caso de Barcelona. Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Vol. VI. Nº 120. Universidad de Barcelona. España
- Trevor Williams (1997). Historia de la tecnología, desde 1900 hasta 1950. Siglo veintiuno. 6º edición Vol. 4 México.
- Velamazan Angeles y Ausejo Elena (1989). Art. Los planes de estudio en la Academia de Ingenieros del Ejército de España, en el siglo XIX. Revista de la Sociedad Española de las Ciencias y las Técnicas. Vol 12. Universidad de Zaragoza. España