



LA RAZÓN HISTÓRICA
 Revista hispanoamericana de Historia de las Ideas
 ISSN 1989-2659
 Número 53, Año 2022, páginas 79-93
www.revistalarazonhistorica.com

Origen histórico de cuatro ramas punteras de la ingeniería

Historical origins of four innovative branches of engineering

Daniel Costa Casás

Graduado en Ingeniería Mecánica por la Universidad De La Coruña

Iria López López

Graduada en Ingeniería de Procesos Químicos Industriales por la Universidad de Santiago de Compostela

Oscar Rodríguez Domínguez

Graduado en Ingeniería Biomédica por la Universitat Pompeu Fabra

Raúl Rodil Rodríguez

Graduado en Ingeniería Civil por la Universidad de Santiago de Compostela

Resumen: La profesionalización de las labores más simples a lo largo de siglos, o incluso milenios, ha dado lugar a que en la actualidad existan múltiples ramas de cada sector (sanitario, técnico...) acorde con la ingente cantidad de conocimiento que se ha descubierto y creado a lo largo de la historia. En este artículo se pretende desgranar la historia de cuatro ingenierías actuales (ingeniería biomédica, química, mecánica y civil), las cuales, han experimentado evoluciones diferentes pero todas ligadas a momentos importantes del desarrollo de la humanidad.

Palabras clave: Formación profesional, mecánica, química, biomédica, civil, ingeniería, historia.

Abstract: The professionalization of the simplest tasks over centuries, or even millennia, has led to the fact that today there are multiple branches of each sector (health, technical ...) in accordance with the vast amount of knowledge that has been discovered and created along the history. This article aims to reel the history of four current engineering (biomedical, chemical, mechanical and civil), which have undergone different progress, but all linked to important moments in the development of humanity.

Keywords: Vocational Training, mechanical, chemical, biomedical, civil, engineering, history.

Introducción

La formación profesional es la rama, dentro del sistema educativo que está diseñada para que el alumnado adquiera tanto contenidos curriculares como formación técnica. Está estrechamente ligada al mercado laboral y en estos momentos en España ofrece 176 ciclos formativos divididos en 26 familias, es una formación que cursan el 13% de los jóvenes en España (MEEP, 2020), cifra inferior a la media de los países europeos pero que cada año va en aumento. La Ley orgánica 5/2002, de 19 de junio sobre Cualificaciones de la FP establece el marco de acción para lograr una formación adaptada a la empresa y al mundo profesional. Para garantizar la calidad de esta formación existen organismos a nivel nacional e internacional que velan por ello como son el CEDEF, el comité consultivo de FP y la Fundación Europea de Formación, todos ellos ligados al mundo empresarial y educativo.

En este trabajo nos vamos a centrar en cuatro ramas punteras de la ingeniería que han evolucionado a lo largo de la historia y que ofrecen y encuentran en la Formación Profesional aliados competentes para llevar a cabo su cometido en favor del desarrollo social, económico y vital de la sociedad. Todo conocimiento ha avanzado y se ha actualizado a lo largo del tiempo, esto mismo ha sucedido con la profesionalización de cualquier sector que a medida que avanza la ciencia se va haciendo más complejo y competente. En la sociedad se requiere de profesionales cualificados que puedan garantizar el óptimo desarrollo de estrategias a la vez que de afrontar nuevos retos y poder solventar incidencias adaptándose a los cambios e innovaciones del momento. En esta investigación denominamos punteras a la ingeniería biomédica, química, civil y mecánica ya que abarcarían la mayoría de los campos y son las que dan respuesta a la mayoría de las necesidades sociales garantizando la repercusión inmediata en la mejora de la vida de las personas.

Es importante tener en cuenta que el progreso debe beneficiar y facilitar las tareas a las personas, por eso es imprescindible que las técnicas innovadoras no supongan un sobreesfuerzo para los usuarios. En este sentido las cuatro ingenierías y sus ramificaciones profesionales dentro de la FP ofrecen productos que permiten facilitar tareas comunes sin necesidad de que el usuario necesite una formación concreta o le requiera un tiempo de aprendizaje y/o práctica.

La Ingeniería Biomédica

Definición

La ingeniería biomédica puede definirse como la aplicación de conocimientos técnicos a problemas de tipo biológico o natural. Si bien es cierto que la ingeniería biomédica está relacionada también con otros campos, habitualmente suele referirse al ámbito de la salud humana.

La complejidad de las enfermedades y los trastornos ha provocado que, a lo largo de la historia, se hallan buscado alternativas innovadoras para tratar dichas dolencias. Podríamos decir que donde no llegó la medicina tradicional y natural llegó la farmacología, la cirugía, etc. y en última instancia, la ingeniería.

De este modo, y desde un enfoque más contemporáneo, la ingeniería biomédica nace de la necesidad de converger conocimientos de física y matemáticas con los campos de la biología, la medicina y la fisiología para hacer frente a los nuevos retos científicos en la rama de la salud.

Evolución histórica

A la hora de definir un inicio claro de la ingeniería biomédica hay que tener en cuenta la heterogeneidad de campos que esta disciplina abarca. En este sentido, la primera aplicación práctica de soluciones tecnológicas a problemas de salud es la protésica.

El origen de este oficio, aunque pudiera parecer reciente, es antiguo y se remonta, según hallazgos arqueológicos, al antiguo Egipto. Concretamente, en el año 2000 fue descubierta la prótesis más antigua hasta la fecha, perteneciente al dedo gordo de un pie, en una momia que corresponde al periodo comprendido entre el 1065 y el 740 a.c. (Nerlich et al., 2000)

Otro ejemplo de implantación de considerable antigüedad fue hallado en un yacimiento etrusco del siglo VII o VI antes de cristo, en donde se halló una dentadura postiza (Vuković et al., 2009). Pese a que podríamos pensar que no existía cierto desarrollo tecnológico en esta época, el uso de oro para las prótesis dentales mostraba como, a través de la experiencia empírica, las prótesis dentales buscaban ser más biocompatibles y no provocar reacciones alérgicas o de rechazo en el paciente.

A través de los siglos, el sector de las prótesis perduró, gracias a la mejora de la medicina, que permitía un éxito mayor en amputaciones y, al mismo tiempo, el desarrollo bélico que provocaba un mayor índice de este tipo de intervenciones.

A partir del periodo renacentista (s. XV-XVI), las prótesis que anteriormente eran meras estructuras sólidas (patas de palo, ganchos, etc) empezaron a buscar una cierta funcionalidad a través de la movilidad. Es en este punto en el que podemos empezar a considerar, desde una perspectiva más actual, la aplicación de conocimientos matemáticos, físicos y técnicos a problemas de la salud.

En la actualidad, la capacidad tecnológica está permitiendo la creación de prótesis más ligeras, resistentes y funcionales y que incorporen cada vez más control por parte del usuario. En este sentido, las prótesis robóticas son un campo prometedor de la ingeniería biomédica que sigue desarrollándose todavía a día de hoy (Bogue., 2009).

Si bien la protésica ha sido y es una parte importante de la ingeniería biomédica, el descubrimiento de la electricidad y la manipulación de la misma supusieron un antes y un después en lo que atañe a aplicación médica de conocimientos técnicos.

En 1780, Luigi Galvani descubrió la presencia de corrientes eléctricas en animales, fundando una rama de la ciencia y la biología conocida como la electrofisiología. Este descubrimiento tuvo un gran impacto y es uno de los orígenes de lo que hoy día es la ingeniería biomédica. La presencia de corrientes eléctricas en los organismos vivos animó a una serie de innovaciones en el campo técnico e instrumental para poder medirlas y caracterizarlas, lo que a su vez supuso un gran avance para la medicina.

A lo largo del siglo XIX, los descubrimientos en relación a las corrientes eléctricas y al cuerpo humano crecieron considerablemente. En este sentido, en el siglo XIX se consiguieron caracterizar la velocidad de los pulsos nerviosos, y se comenzaron a analizar sus características. Otro aspecto destacable de la electrofisiología en este momento es el primer electrocardiograma, es decir, la medición a nivel superficial de los potenciales eléctricos del corazón, que fue desarrollado por Augustus Desiré Waller en 1887 (Nebeker, 2002). En el siglo XX, las mediciones electrofisiológicas continuaron, y el refinamiento de los aparatos de medición de las mismas. Un ejemplo de ello es el avance en los electrocardiogramas gracias al desarrollo del galvanómetro de cuerda por Willem Einthoven y que le valió a este el premio Nobel de medicina de 1924.

Al igual que el descubrimiento de Galvani abrió un nuevo campo de la ingeniería biomédica en 1780, poco más de un siglo después, el físico alemán Wilhelm Röntgen inventaba en 1895 la máquina de rayos X.

Este descubrimiento supuso una revolución en la diagnosis médica, ya que, por primera vez, permitía ver el interior del paciente. Y es en este punto en el que podríamos decir que se crea una nueva rama de la ingeniería biomédica ligada a la obtención de datos, en la que ya no solo se pretende obtener medidas sino, observar el interior del paciente. Esto derivó en la creación de otras formas de imágenes médicas: Escáneres de resonancia magnética, Tomografías Computarizadas, Ecografías... que se han convertido a día de hoy en básicas para la diagnosis y tratamiento de enfermedades, y que conforman uno de los grandes ámbitos de la ingeniería biomédica.

En el último tercio del siglo XX se produjo la tercera revolución industrial o revolución tecnológica, lo cual, al igual que a muchos otros sectores, afectó de forma significativa a la ingeniería biomédica.

La capacidad computacional de los ordenadores se incrementó enormemente, lo que hizo posible analizar ingentes cantidades de datos, aplicar complejas operaciones matemáticas y realizar simulaciones que antes eran imposibles de llevar a cabo. En ese sentido, podemos decir que este último gran salto que ha experimentado la ingeniería biomédica está más ligada a la informática y a la matemática, y menos a la mecánica y electrónica de las anteriores.

Dentro de los campos que han experimentado un auge dentro de la biomedicina gracias a estos avances técnicos podemos destacar dos: el análisis de datos y la simulación o modelado matemático.

En la actualidad, el análisis de datos es una disciplina ampliamente usada para analizar dinámicas sociales, económicas y bursátiles. No obstante, en lo que a biología se refiere, seguramente el campo en el que ha tenido mayor impacto sea la genética y la genómica.

En 1990 se inició uno de los proyectos científicos más relevantes de la historia: “The Human Genome project” o el proyecto del genoma humano. Se invirtieron más de diez años en conseguir la primera secuenciación genética del ADN del *homo sapiens*. A raíz de eso, una gran cantidad de recursos se han destinado a comprender las diferencias genéticas y sus consecuencias en la salud y el desarrollo.

Dentro de este gran esfuerzo, la ingeniería biomédica cumple un papel importante al desarrollar e implementar algoritmos para entender el entramado de miles de genes que componen nuestra estructura genética (Salzberg, 2018).

El otro sector de la ingeniería biomédica que se ha visto beneficiado por la evolución de los ordenadores y sus capacidades es la modelización matemática y la simulación de sistemas y procesos. Entre sus aplicaciones se encuentran: la simulación 3D de órganos, prótesis y materiales, para comprender su funcionamiento, diseño y predecir su desgaste y el modelado de sistemas, como el neurológico, que posibilita entender las interacciones neuronales de forma global y las causas/consecuencias de su mal funcionamiento.

Es de justicia reconocer que la ingeniería biomédica está ligada a otras disciplinas además de las ya mencionadas, no obstante, no como rama troncal sino de forma cooperativa con otras especialidades científicas que han ido surgiendo. Por ello, no se han incluido campos como la biología sintética, la ingeniería de tejidos o la nanotecnología entre otras, pese a que la ingeniería biomédica cumple una función dentro de su desarrollo.

Como conclusión, la ingeniería biomédica es un campo científico amplio y por desarrollar, pese a que tenga orígenes diversos, ha ido consolidándose como una herramienta fundamental en el desarrollo de dispositivos médicos así como el avance en la comprensión de la fisiología humana.

La ingeniería química

Introducción

No hay constancia de cuando nace la química puesto que se pueden encontrar documentos que datan de hace más de cuatro mil años, pero con el paso de los siglos llegó a ser una ciencia tal y como la conocemos hoy. La ingeniería química nace de la relación entre la química y la industria. Con el paso de los años han estado relacionadas de formas muy diferentes hasta que se creó la ingeniería que se conoce hoy

en día. Esto es debido en parte a que la industria no ha ido creciendo solo de la mano de la química, sino que la han ido modificando otras disciplinas. Es una evidencia que a lo largo de los siglos los distintos conocimientos científicos se han interrelacionado para dar respuesta a nuevas demandas y afrontar retos, es esencial nutrirse de otras ciencias para garantizar el éxito de los objetivos.

Siguiendo estudios como los de Homburg, (2009) podemos afirmar que el término nace a partir de la alquimia en el siglo XVI, cuando no existía una clara diferenciación entre química e industria química. A partir de 1800 fue cuando realmente se empezó a notar cierta diferencia entre los dos términos anteriormente citados, esto se debe al nacimiento del laboratorio químico científico que, incorporaba nuevas técnicas de laboratorio. Con todo, el crecimiento fue lento, puesto que pasado un siglo se seguía operando a escala de laboratorio. Es en 1780, con la revolución industrial, cuando se muestra un aumento de producción en las fábricas químicas que hace que el término “ingeniería química” se vaya perfilando más y distanciándolo de la propia química.

A finales del siglo XVIII e inicios del XIX se detectan los cambios más grandes entre la química y la industria con las nuevas técnicas industriales para la producción a gran escala de la sosa, albayalde y el ácido sulfúrico. Esto repercutió en la población en cuanto a que podía acceder a elementos químicos para facilitar su día a día, y aunque no supieran de su procedencia o compuestos si ayudaban facilitando las tareas. Es un momento de extensión del conocimiento ya que da lugar a nuevos retos, a intentar llegar a una creciente demanda y las personas que se dedican a estudiar esta ciencia también crece de manera exponencial.

El nacimiento del concepto de Ingeniero Químico aparece en 1839 en el Dictionary of Arts por primera vez, un poco más tardío que el concepto de Ingeniería Química. En 1880, con el motivo de la formación de la formación de una sociedad de ingenieros químicos de G. E. Davies, cobra importancia el término y en 1881 se creó la Sociedad Británica de Química Industrial.

Avances

Dentro de toda la evolución a lo largo de la historia es a partir del siglo XIX cuando se marcan los mayores hitos. En la siguiente tabla se analizan aquellos más significativos que han servido luego como pilar fundamental para asentar nuevos conocimientos:

Tabla 1. Avances históricos de la ingeniería química

1810	<i>Nace la gran industria del gas ciudad que tenía especial vínculo a la química que revolucionó en las grandes ciudades de Europa.</i>
1825	<i>Chevreul y Gay Lussac consiguieron la patente de un proceso de producción mejorado que trajo mejoras a la industria.</i>

1831	<i>De Milly y Motard, fabricaron unas velas a partir de cera en lugar de las que se usaban hasta el momento que eran de sebo.</i>
1918	<i>Aparece la síntesis del amoníaco a partir de sus elementos de la mano de Haber.</i>
1931	<i>Carl Bosch y Friedrich Bergius reciben un Premio Nobel por las contribuciones a la invención y desarrollo de métodos químicos a alta presión.</i>

Fuente: elaboración propia

En el siglo XX toma importancia el concepto de operaciones básicas y remodela el estudio de la ingeniería química; además, todas las técnicas químicas se unificaron lo que hizo que la ingeniería se consolidase y que tuviese especial importancia en la industria petrolera de los EEUU, Inglaterra y Europa (a partir de la Segunda Guerra Mundial). Entre 1960 y 1970 se produce a gran escala el ácido nítrico mediante el proceso Ostwald y el amoníaco sintético. (Homburg, 2009)

Nacimiento de distintas teorías, libros y estudios que consolidaron la ingeniería química

Para analizar este apartado vamos a partir del estudio de la Universidad de Almería (2009) que afirma que entre 1873 y 1876 a través de la universidad de Yale, el físico Josiah Willard Gibbs realizó tres escritos sobre el estudio de sistemas químicos usando la termodinámica de Clausius. En 1882 Hermann Von Helmholtz publicó otro escrito sobre la termodinámica más enfocado a la electroquímica.

En 1888 nacen los primeros estudios relacionados con la ingeniería química con el plan de estudios que inicia Lewis M. Norton en el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT). En 1908 se funda el Instituto Americano de Ingenieros Químicos (AIChE) y en 1922 en el marco europeo, se funda la institución Británica de Ingenieros Químicos (IChemE). Entre medias, en 1915 en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, Walker, Lewis y Mc Adams crean el concepto de las Operaciones Unitarias, que tal y como se comenta con anterioridad, revoluciona el estudio de la ingeniería química. En 1960 se vuelve a dar otra vuelta a la ingeniería química que, al igual que las Operaciones Unitarias, cambia la visión de estudio otra vez. Esto sucede a través del libro "Fenómenos de Transporte" que publican R. B. Bird, W. E. Stewart y E.N. Lightfoot donde se explica un nuevo método para analizar y estudiar los fenómenos físico-químicos.

Surgimiento de los estudios de ingeniería química en España

En España el desarrollo de la ingeniería química no fue como en las principales potencias mundiales como las comentadas con anterioridad. España se inició en la ingeniería química tanto en su implantación como en su estudio de forma tardía.

Cocero et al. (2000) indican que las primeras escuelas industriales se crean en 1850 y a través de ellas se obtenía los títulos de ingeniero mecánico de segunda clase o ingeniero químico de segunda clase a través del grado de ampliación, y el título de ingeniero mecánico o químico de primera clase se obtenía con el grado superior.

No llega a las universidades hasta que el profesor Ruis de química técnica de la Universidad de Madrid la imparte. De esta escuela salen los siguientes profesores que la imparten por el resto de España:

Tabla 2. Profesores que expandieron *estudios* de ingeniería química en España

<i>J. L. Gutiérrez Jodra</i>	<i>Valladolid</i>
<i>J. Ocón García</i>	<i>Santiago de Compostela</i>
<i>E. Costa Novella</i>	<i>Valencia</i>
<i>J. L. Martínez Moreno</i>	<i>Sevilla</i>

Fuente: elaboración propia

En 1944 en la Universidad de Madrid se empieza a impartir el doctorado en química industrial y en 1953 las universidades públicas modifican su plan incluyendo en la licenciatura de Ciencias Químicas la orientación industrial.

A partir de 1955 los doctores en química industrial son autorizados para elaborar y firmar los proyectos de instalaciones industriales. En 1957 con la aprobación de la Ley de Ordenación de las Enseñanzas Técnicas aumentan los planes de estudio de las ingenierías técnicas en química e ingeniería química.

La primera titulación de ingeniería química que hay en España se imparte en la Universidad de Valladolid a partir de 1992. En el año 2000 esta misma universidad recibe la acreditación de la titulación por parte del IChemE.

La ingeniería química del siglo XXI

En el actual siglo, cabe destacar que la ingeniería química atiende a nuevos conceptos y desarrollos a los que tiene que adaptarse para modernizar sus técnicas. Según un estudio de la Universidad de Oviedo (s.f) estos son:

- Nuevos modelos matemáticos adaptados a las nuevas tecnologías
- Modificación de procesos o productos por motivos ambientales
- Cambio de estimaciones económicas y de rentabilidad teniendo en cuenta todo el ciclo del proceso (incluyendo utilización y reciclado)
- Mejorar el consumo energético en la producción

- La principal atención de esta nueva era es y fue la modelización del funcionamiento de reactores químicos y operaciones unitarias de separación. La principal función del ingeniero en esta época es adaptarse a la continua evolución de la industria química y a los cambios imprevistos. En cuanto a la temática más importante es la preocupación ética social y ambiental que según la Carnegie Commission on Science, Technology and Government de EEUU no reside solo en los científicos e ingenieros, sino que reside también en los gobiernos, la política y en el ámbito industrial y el académico.

La ingeniería mecánica

Historia de la ingeniería mecánica

La ingeniería mecánica como otras ramas del saber viene de la antigüedad, pero es imposible verificar una fecha, o incluso siglo exacto. Son los documentos escritos los que han dejado constancia de proyectos mecánicos. Al ser esta una rama concreta y relacionada desde siempre con la innovación se ha intentado dejar plasmado por escrito cada avance con el objetivo de servir de base a futuros investigadores en el mismo campo. El objetivo de la mecánica desde la antigüedad ha sido facilitar el trabajo de los hombres buscando mecanismos que aligeraran peso y ofrecieran rapidez en los procesos. Para hacer un recorrido histórico sobre la mecánica vamos a analizar esos momentos históricos de mayor peso, que tratan el campo de saber pero son previos a la denominación de ingeniería mecánica tal como la conocemos hoy.

Tabla 3. Figuras históricas relevantes

<i>Arquímedes (287-212 a.C.)</i>	<i>La primera constancia histórica que tenemos del estudio de la mecánica es Arquímedes (287-212 a.C) Arquímedes definió la ley de la palanca, invento la polea compuesta y el tornillo sin fin para elevar agua (entre otros inventos).</i>
<i>Herón de Alejandria (20-62 d.C.)</i>	<i>escribió numerosas obras de mecánica e inventó diversos artilugios.</i>
<i>Leonardo da Vinci (1452-1519 d.C.)</i>	<i>Tras estos dos autores no se tiene conocimiento de avances en la mecánica hasta el siglo XIV donde Leonardo da Vinci (1452-1519 d.C.) anticipó el principio de inercia, demostró la imposibilidad del movimiento continuo como fuente de energía y demostró la ley de la palanca, además de ello inventó un montón de máquinas mecánicas que no se llegaron a construir porque en esa época no era posible.</i>

<i>Nicolas Copérnico (1473-1543 d.C.)</i>	<i>Desarrolló un modelo mecánico donde el sol era el centro del universo y los planetas giraban alrededor del mismo. Algo que hoy en día tenemos totalmente aceptado supuso una revolución en una época en la que la Tierra era el centro del universo.</i>
<i>Johannes Kepler (1571-1630 d.C.)</i>	<i>Continuó el legado de Nicolas Copérnico estudiando el movimiento y situación de los planetas, entre sus avances se encuentra el definir las órbitas elípticas de los planetas alrededor del sol.</i>
<i>Galileo Galilei (1564-1642)</i>	<i>Descubrió la ley del péndulo, estudió la caída de los cuerpos, contribuyó a la dinámica</i>
<i>Isaac Newton (1643-1727)</i>	<i>En base a los descubrimientos de los anteriores personajes Newton desarrollo la mecánica el cálculo infinitesimal. A día de hoy sus teorías se siguen estudiando en los colegios y siguen siendo validas para muchos cálculos sencillos.</i>
<i>Siglo XVIII</i>	<i>En esta época existieron diferentes figuras históricas que en base a los descubrimientos de Newton avanzaron en el cálculo y en sus aplicaciones a la mecánica. Leibniz, Euler y Bernoulli fueron los más importantes.</i>

Fuente: elaboración propia.

Revolución Industrial (finales del Siglo XVIII - mediados del Siglo XIX)

Con la aparición de la máquina de vapor se inició una gran revolución en la que se empezaron a fabricar diferentes máquinas como trenes. Existían diferentes conflictos bélicos que fomentaron una especie de guerra industrial donde se intentaban fabricar más y mejores máquinas o incluso procesos para conseguir ciertos productos. En toda esta revolución la mecánica tuvo gran importancia. Los avances matemáticos y en mecánica que se habían producido propiciaron la creación de todas estas máquinas y además la evolución en base a la experiencia. Esta evolución cambio la vida de las personas de forma radical, también creó miedo en la sociedad por miedo a la pérdida de trabajos. Durante esta época se creó el ferrocarril que cambio totalmente la movilidad de las personas.

Se puede considerar que es el hito más importante en la historia reciente, ya que supuso un gran avance en las comunicaciones, en la producción y distribución de productos y en comenzar lo que hoy denominamos mundo globalizado. El hecho de poder desplazarse y transportar mercancías de un lugar a otro interconectó culturas y modos de pensar que enriquecieron a la población y les permitió tener otros puntos de vista para seguir avanzando. Además, este hecho hizo que más personas se interesaran por la mecánica, por aprender, explorar e inventar; fue el inicio de una carrera sin fin para llegar más lejos en menos tiempo.

Automóvil y el motor de combustión interna

El ferrocarril permitía desplazarse pero dependiendo de terceras personas y para tener una vida más autónoma seguía siendo necesario el carro tirado por animales, pero este era lento y requería de descansos en trayectos cortos, esto se convirtió en un reto para responder a la demanda de rapidez y autonomía.

Desde finales del Siglo XVIII hubo numerosos intentos de fabricar vehículos terrestres que sustituyeran el carro de caballos. Hasta finales del siglo XIX no se consiguió crear el que es considerado por muchos el primer automóvil de la historia, el Benz Patent-Motorwagen que funcionaba con un motor de gasolina de combustión interna tal y como gran parte de los vehículos que se venden aun hoy en día.

Desde la aparición de este vehículo el mundo del automóvil no ha dejado de evolucionar hasta el día de hoy en gran parte gracias a la labor de ingenieros mecánicos. Desde este diseño inicial similar al de un carruaje de caballos hemos pasado a estructuras totalmente diferentes enfocadas al mundo actual y con una elevada seguridad.

El mundo de la aviación

En este ámbito la labor del ingeniero mecánico también ha sido muy importante. Desde la antigüedad el ser humano soñaba con volar, había diversos intelectuales que afirmaban que era posible pero no fue hasta 1903 cuando los hermanos Wright lograron realizar el primer vuelo con éxito. A partir de esta fecha al igual que en el mundo del automóvil los aviones no han dejado de evolucionar de forma continuada.

La ingeniería civil

De las civilizaciones antiguas a las grandes obras del siglo XXI

Como en todos los demás ámbitos, el asentamiento definitivo de los pueblos también tuvo sus efectos en el mundo de la construcción. Las nuevas necesidades vinculadas a este modo de vida y una mayor disponibilidad de tiempo para especializarse en oficios trajeron consigo los primeros avances. El hombre había fijado su morada y debía desarrollar soluciones para facilitar, entre otros, la habitabilidad, el comercio y el transporte.

Será en la Edad Antigua, cuando las grandes civilizaciones lleven a cabo las primeras obras civiles de cierto calado. Es el caso de los canales de riego para la distribución del agua del Éufrates y el Tigris en Mesopotamia, el levantamiento de las pirámides en Egipto, la construcción de calzadas y acueductos por parte de los romanos o el desarrollo de los puertos griegos dada la singular geografía helénica. La ejecución de estas obras data de hace más de dos milenios, momento en el que la formación, al igual que en la mayoría de los sectores, era inexistente. La operativa se basaba principalmente en la experiencia acumulada.

Ilustración 1. Pirámide escalonada de Zóser.



Fuente: <https://historia.nationalgeographic.com.es/a/piramide-djoser-7518>

Tras la caída del Imperio Romano, el retroceso que el período medieval supuso para la civilización europea, en especial en su primera fase denominada Baja Edad Media, también hizo mella en el ámbito de la construcción, recayendo la responsabilidad en los artesanos, encargados del diseño y supervisión de los trabajos. De manera opuesta, el progreso continúa en China, la India y los países islámicos del Mediterráneo, ajenos a la recesión sufrida en el viejo continente. Durante esta etapa se acuñará por primera vez el término 'Ingeniero', si bien lo hará con un marcado carácter militar. El cuerpo de ingenieros de los ejércitos era el encargado tanto de las labores previas de levantamiento topográfico en el terreno y preparación de los correspondientes mapas, como de cada una de las fases de ejecución de plazas, carreteras, puentes, fuertes y muelles.

Será en el siglo XVII cuando cambie la situación y la ingeniería civil se desvincule definitivamente y comience su historia como rama propia e independiente de conocimiento. En París, bajo el mandato del monarca francés Luis XIV, se establece la 'Academia de Ciencias de París', se instaure la oficina responsable del desarrollo de la red de caminos a lo largo del territorio francés, y se crea el Cuerpo de Ingenieros Civiles. Los avances conquistados durante estos años, el interés suscitado y la necesidad de continuar adquiriendo conocimientos para el desarrollo del país, evidencian la necesidad de una formación específica en este campo.

Finalmente, en 1747 se funda la 'École de Ponts et Chaussées' (Escuela de Puentes y Caminos), primera escuela de la historia, todavía en funcionamiento en la actualidad bajo el nombre de 'École des Ponts' (Escuela de los Puentes) y una de las más prestigiosas del mundo. Se concibe, entonces, la ingeniería civil como un arte, un oficio especializado con un elevado grado de exigencia en destrezas y habilidades para aquellos que la practican dejando atrás el carácter artesanal.

Durante el siglo XX se produce el último cambio de tendencia hasta el momento en cuanto a su concepción se refiere. A partir de entonces el apoyo en las ciencias exactas es cada vez mayor y se incrementa el abanico de estudios abarcados, incorporando, entre otros, la ciencia de los materiales, la ingeniería estructural y la hidráulica. En esta época tendrán su origen muchas de las principales obras de ingeniería civil, algunas de las cuales mantienen todavía su condición de infraestructura clave, ya no solo en un contexto nacional o continental, sino incluso

a nivel global. Es el caso del Canal de Panamá, inaugurado en 1914 y ampliado recientemente en 2016 tras una década de millonarias obras, el cual permite desde su inauguración que las embarcaciones crucen del océano Pacífico al mar Caribe (y viceversa) en menos de diez horas, evitando de este modo bordear toda América Latina como así sucedía hasta entonces.

Ilustración 2. Fragmento del Canal de Panamá.



Fuente: <https://www.unibe.edu.do/el-canal-de-panama-la-ruta-que-une-al-mundo/>

Es también importante hacer mención a los materiales de construcción, que de la misma manera han ido evolucionando a medida que las técnicas se han ido perfeccionando, así han surgido nuevos recursos que se aplican en las construcciones. Haciendo un recorrido histórico prestando atención a algunos de los mayores hitos en cuanto a construcciones y al material predominante en su ejecución podemos señalar:

Tabla 4. Algunas de las principales obras civiles a lo largo de la historia.

<i>ÉPOCA</i>	<i>OBRA</i>	<i>MATERIALES DESTACADOS</i>
<i>Edad Antigua (siglo III a.C.)</i>	<i>Pirámide escalonada de Zoser (Egipto)</i>	<i>Piedra</i>
<i>Edad Antigua (siglo I d.C.)</i>	<i>Coliseo o Anfiteatro Flavio (Italia)</i>	<i>Piedra</i>
<i>Edad Media (siglo XII d.C.)</i>	<i>Alcázar de Segovia (España)</i>	<i>Piedra</i>
<i>Edad Media (siglo XIV d.C.)</i>	<i>Puente de Carlos (República Checa)</i>	<i>Piedra</i>
<i>Edad Moderna (siglo XVI d.C.)</i>	<i>Puente de Rialto (Italia)</i>	<i>Piedra</i>
<i>Edad Moderna (siglo XVIII d.C.)</i>	<i>Canal de Castilla (España)</i>	<i>Piedra</i>
<i>Edad Contemporánea (siglo XX d.C.)</i>	<i>Eurotúnel (Francia e Inglaterra)</i>	<i>Hormigón y acero</i>

<i>Edad Contemporánea (siglo XX d.C.)</i>	<i>World Trade Center (Estados Unidos)</i>	<i>Acero y vidrio</i>
---	--	-----------------------

Fuente: elaboración propia.

Los nuevos retos en la ingeniería civil

Los nuevos modelos de sociedad y las necesidades de la época influyen directamente en las construcciones que tienen que dar respuesta a demandas cada vez más exigentes. Como toda ciencia y en especial como toda ingeniería obedece a las circunstancias de las personas o comunidades sociales a las que debe dar respuesta. El cambio en las comunicaciones, en los modos de vida, en el ocio o en el comercio son algunos de los factores que hacen que los ingenieros civiles tengan la responsabilidad de actualizarse con los tiempos para saber dar soluciones prácticas a un mundo en continuo cambio y desarrollo. Todo ello, junto con la aparición de nuevos materiales, la necesidad urgente de apostar por desarrollos más sostenibles que puedan frenar e incluso revertir el cambio climático y una logística cada día más compleja y exigente como fruto de la globalización y el cada vez mayor avance del comercio electrónico, en especial tras el cambio de determinados hábitos ocasionado por la reciente situación de pandemia, suponen algunos de los retos a superar por los ingenieros civiles en las décadas venideras.

Bibliografía

- Ahmic, A., Suljagic, S., Secic, S., bajsman, A. (2009). Cosmetic Dentistry in Ancient Time. *Bull Int Assoc Paleodont.* 3, 9-13.
- Barajas, O. M. (2003). Breve historia de la Ingeniería Mecánica. *Ingenierías*, 6(19), 64.
- Bogue, R. (2009). Exoskeletons and robotic prosthetics: a review of recent developments. *Industrial Robot.* 36(5), 421-427. Doi:10.1108/01439910910980141
- Cocero, M.J., Díez, J.M. (2000). Los orígenes de la ingeniería química. *Ingeniería química.* 173-181.
- Homburg, E. (2009). Química e industria, 1500-2000. Real sociedad española de química. 105(1), 58-66.
- Nebeker, F. (2002). Golden accomplishments in biomedical engineering. *Medicine and Biology Magazine.* 21(3), 17-47. doi: 10.1109/MEMB.2002.1016851.
- Nerlich, A., Zink, A., Szeimies, U., Hagedorn, H. (2002). Ancient Egyptian prosthesis of the big toe. *The lancet.* 356, 2176-2179.
- Salzberg, S. (2018). Open questions: How many genes do we have?. *BMC Biol.* 16, 94, 1-3. <https://doi.org/10.1186/s12915-018-0564-x>
- Universidad de Almería. (29 de octubre de 2021) *Historia de la ingeniería química.* https://w3.ual.es/portales/ingenieriaquimica/ing_quimica_his.html
- Universidad de Oviedo. (29 de octubre de 2021). *Historia de la Ingeniería Química.* <http://isa.uniovi.es/~gojea/funding/documentos/Historia%20Ing.%20Quim..pdf>
- Valencia, A., Carrillo, O., Aedo, J.E. (2012). Las tendencias en la ingeniería. *Revista Ingeniería y Sociedad.* (4), 1-11
- Yepes, V. (29 de octubre de 2021). *La creación de la primera escuela de ingenieros civiles.* <https://victoryepes.blogs.upv.es/2016/10/05/la-creacion-de-la-primera-escuela-de-ingenieros-civiles/>
- Yepes, V. (29 de octubre de 2021). *¿Existió ingeniería en la “oscura” Edad Media?.* <https://victoryepes.blogs.upv.es/2017/07/17/existio-ingenieria-en-la-oscura-edad-media/>