

SOBRE LA IDENTIDAD DE LA INGENIERÍA

Asdrúbal Valencia Giraldo

Introducción

Es común señalar que la ingeniería moderna empezó con la Revolución Industrial, sin embargo si aquella se entiende como el encuentro entre la Ciencia y la Técnica, podría decirse que la ingeniería moderna empezó en la Escuela de Alejandría, cuando la ciencia griega y la praxis oriental se unieron, encarnadas en personajes como Ctesibio de Alejandría, Filón de Bizancio, Herón de Alejandría o Arquímedes de Siracusa, que en ese sentido serían los primeros ingenieros modernos, aunque ya antes Arquitas de Tarento había unido el razonamiento teórico al desarrollo de mecanismos y autómatas. Pero si se considera que este fue un evento episódico que no se reflejó en los siglos posteriores, al menos se podría pensar que la ingeniería moderna surgió en la Edad Media, pues el título de ingeniero se utilizó por primera vez en esa época (entre 1150 y 1200).

Las palabras "ingenio" e "ingenioso" provienen del latín *ingenere*, que significa crear. Por tanto la persona que creaba o diseñaba máquinas de guerra (arietes, catapultas, torres de asalto, etc.) y otros ingenios mecánicos, vino a ser conocido como el *ingeniator* o "ingeniero". No es casual que esto haya ocurrido en esa época, porque fue cuando el saber teórico se aproximó sistemáticamente al práctico, para producir esos sabios pragmáticos que son los ingenieros. De modo que una profesión milenaria, coetánea con la invención del fuego, apenas adquirió su nombre en la Edad Media y vino a definirse durante el Renacimiento.

Un *capomaestro* medieval generalmente estaba entrenado como albañil o como carpintero, adquiriría el conocimiento con el trabajo práctico y ganaba su posición debido a la experiencia y cualidades personales. Su trabajo requería numerosas habilidades y, además de la familiaridad con las fórmulas tradicionales de construcción y las técnicas de ejecución, necesitaba también capacidad administrativa. Era el *capomaestro* el que supervisaba todo el personal y era el responsable de todos los aspectos en el sitio de la construcción; debía resolver los problemas prácticos y construir la maquinaria para elevar y mover materiales; hacía los diseños para los cortadores de piedra y daba indicaciones a los carpinteros; muchas veces también debía atender la consecución de materiales, equipo y trabajadores. Así pues, el *capomaestro* debía encargarse de los aspectos prácticos de la construcción.

No está claro que tanto incidía un *capomaestro* individual sobre la forma de un edificio. El diseño no estaba muy fijo al principio del trabajo constructivo, ya que muchos detalles alcanzaban su forma definitiva y muchos problemas lograban su solución final durante el proceso de edificación. Más aún, los diseños de los detalles muchas veces eran ordenados y ejecutados por otros diferentes a los *capomaestri*. A medida que el edificio progresaba, a veces ocurría que nuevas ideas reemplazaban a las originales y hasta un nuevo *capomaestro* podía reemplazar al inicial. Sin embargo, los *capomaestri* medievales en las grandes construcciones tenían posiciones de privilegio. En realidad, en algunos casos, sus nombres han quedado grabados en la historia, un privilegio normalmente reservado a los gobernantes y poderosos. Por ejemplo, los maestros de las catedrales podían ser reconocidos con inscripciones.

Durante el siglo XIV, en Florencia y sus alrededores pasó algo con el *capomaestro*. Por alguna razón, los puestos más respetados de maestro de obras en las catedrales fueron dados a hombres que venían de afuera del negocio tradicional de la construcción. Hombres como Arnolfo di Cambio (1245–1300), Francesco Talenti, y el Giotto (1267–1337) fueron, cada uno a su vez, escogidos como capomaestro del gran proyecto de la construcción de la catedral de Florencia. Andrea Pisano (1290–1349) y Andrea Orgagna (1308–1368) llegaron a ser sus famosos colegas en la catedral de Orvieto. Ninguno de ellos fue entrenado originalmente como albañil o constructor, sino que eran escultores y pintores. El máximo ejemplo de esto fue Filippo Brunelleschi (1377 – 1446).^{1,2}

A pesar de lo señalado, todavía en el siglo XV la profesión de ingeniero estaba apenas en proceso de definición, como la de arquitecto; por tanto, en Italia, el término *ingegnere* era algo confuso. La misma persona podía ser llamada ocasionalmente *architecto* o *capomaestro* e *ingegnere*. Un *ingegnere* medieval tendía a ser un experto en máquinas militares, un supervisor de proyectos de irrigación o un experto en construcción arquitectónica.

En la Italia del siglo XV el título *ingegnere* se usaba a menudo en las ciudades estados de los príncipes para describir al arquitecto residente. Tal *ingegnere*, que trabajaba en una posición estable y pertenecía a la nómina del príncipe, tenía un vasto campo de actividad. En tanto que un *capomaestro* estaba normalmente atado al edificio que se construía, pues se requería allí su presencia permanente, un *ingegnere* trabajaba donde el príncipe se lo ordenara. La tarea del *ingegnere* incluía supervisar la construcción de los palacios, la planeación urbana y, sobre todo, la planeación y construcción de las fortalezas y defensas.³

Fue durante el Renacimiento que el término *ingegnere* empezó a recibir aceptación amplia. La Ingeniería y la Arquitectura seguían siendo practicadas por los mismos individuos, pero hubo un reconocimiento creciente a la Ingeniería como actividad separada, que requería un conjunto diferente de habilidades. También fue el tiempo cuando los ingenieros empezaron tomar una actitud más individualista e inclusive agresiva: “De acuerdo con la tendencia del Renacimiento hacia una afirmación individual desinhibida, se promocionaron a sí mismos, buscaron la fama personal y se enfrentaron a sus rivales y empleadores cuando sintieron que los agraviaban.”⁴ Por esta razón, se conoce más sobre las vidas de los ingenieros del Renacimiento que sobre los ingenieros anteriores.⁵

Así pues, desde el punto de vista histórico la Ingeniería es paradójica, se ha visto que la denominación de ingeniero, y por tanto de Ingeniería, es posterior a la Alta Edad Media, pero las actividades que hoy encarnan al ingeniero se remontan a los albores de la humanidad y en ese sentido el dominio del fuego, por ejemplo, es una de las primeras grandes obras de los ingenieros. Así la actividad de los ingenieros fue fundamental en el proceso de hominización

De modo que la historia de la Ingeniería está presente en toda la historia de la humanidad, como se ha documentado.⁶ Desde los tiempos iniciales del ser humano bajo su configuración actual, el hombre hizo obras técnicas que fueron la Ingeniería de su tiempo. No tuvo que esperar a que hicieran su aparición las ciencias para producir lo que necesitaba. La Ingeniería siempre estuvo adelante. Luego vinieron las explicaciones rigurosas de los científicos. La Ingeniería podría así ser vista como la vieja artesanía que, por evolución natural, se fue haciendo cada vez más estricta

y compleja y por fin, dentro de los dos últimos siglos, alcanzó el perfil de profesión independiente, con sus propios métodos.

La invisibilidad

Y continúan las paradojas con la Ingeniería, porque es innegable que ella alteró todas las formas de vivir, pues la cultura contemporánea es predominantemente tecnológica, y a pesar de ello la profesión que hace visible lo que no existe, es invisible. Si se hiciera una pequeña encuesta, solicitándoles a las personas encuestadas, una descripción de lo que hacen cotidianamente los ingenieros, se comprobaría que un alto porcentaje de ellas, no sabe o al menos no logra describir lo solicitado. La profesión de ingeniero es muy raramente un tópico de seria discusión pública. No es un tema que se encuentre en discusión en paneles televisivos y en reuniones sociales. Mucho menos existe alguna serie televisiva que se centre en el trabajo cotidiano de los ingenieros, en cambio hay teleseries sobre las actividades de los médicos, abogados y hasta de los taxistas.

La Ingeniería es una profesión que carece de imagen y no está posicionada en ningún escalafón de popularidad. En los medios de comunicación y en la misma vida de relación, casi no se emplea la palabra Ingeniería y las pocas veces que se hace es con sentidos torpemente equivocados. Un ejemplo es *reingeniería* (que no es ni Ingeniería ni re, o la denominada *ingeniería social* que es la técnica del uso de acciones estudiadas o habilidosas que permiten manipular a las personas para que voluntariamente realicen actos que normalmente no harían.)

Se oye halar de las maravillas materiales de nuestros tiempos y al hacerlo se atosiga a público con alusiones a los logros espectaculares de la Ciencia y la Tecnología. Ni una palabra sobre la Ingeniería ¿Por qué un hecho tan estrechamente vinculado al hombre actual, como es la Ingeniería, carece de posicionamiento? ¿Cómo se explica esa falta de interés de la sociedad por algo que, al haber abarcado todos los aspectos de la vida contemporánea, está de moda?

La verdad es que el público en general, incluyendo también a los líderes de opinión, no tiene mucha idea de lo que hacen los ingenieros cotidianamente. En cambio uno puede apostar que todos los encuestados podrían describir lo que hace cotidianamente un médico, un dentista o bien un periodista. Es decir, la población en general aprecia los beneficios de los automóviles, de la multimedia, la Internet como la “súper carretera de la información”, la realidad virtual, la ingeniería genética, etc., y son reconocidos como productos o servicios bastante utilizados y discutidos en el día a día.

Pero los ingenieros reales, los que día a día están trabajando en concebir los computadores, los puentes, los aviones y tantas otras cosas que afectan y benefician la vida cotidiana, son personas anónimas y se desconoce a qué y cómo dedican su tiempo.⁷

Es posible que la razón principal de esa invisibilidad sea la falta de una identidad definida para la profesión de ingeniero. Por ello en este artículo se harían algunas anotaciones sobre la identidad de la Ingeniería y sus consecuencias.

La evolución

Como señala Mumford, la técnica en sus formas tradicionales no proporcionaba medios de continuar su propio crecimiento. La ciencia, al unirse a la técnica, elevó por así decirlo el techo de la realización técnica y amplió su alcance. En la interpretación y la aplicación de la ciencia apareció un nuevo grupo de hombres, o, más bien, una antigua profesión cobró nueva importancia. Entre el industrial, el simple obrero y el investigador científico, apareció el ingeniero.

Sin embargo, a pesar de su cercanía, la Ingeniería, como profesión, no puede confundirse con la Tecnología y todo lo que ella implica. La Ingeniería se basa en principios científicos pero aplica la Tecnología e incluso la técnica empírica. Se dice que la Ingeniería es Arte y Ciencia.

Durante siglos, la Ciencia y la Técnica evolucionaron independientemente: la Ciencia, concentrada en el saber especulativo, que buscaba penetrar la realidad hasta sus principios mismos, pero ajena a las consecuencias prácticas del conocimiento; la técnica, basada en un saber enteramente práctico, que no carecía de racionalidad, sin verdadera justificación teórica, como se ha insistido. La idea de ciencia moderna, que surge con la revolución del conocimiento en los siglos XVI y XVII, cuestiona por completo la concepción de ciencia que separa la teoría y la práctica. Precisamente, lo que distingue a la ciencia moderna de la ciencia antigua es, la pretensión de conectar la teoría y la práctica mediante la acción del conocimiento. Esta convergencia es el origen de la tecnología y de la ingeniería moderna.

En 1825 Augusto Comte dijo: “Es fácil reconocer en el cuerpo científico tal y como existe ahora un cierto número de *ingenieros* distintos de los hombres de ciencia propiamente dichos. Esta importante clase nació necesariamente cuando la Teoría y la Práctica, que salieron de puntos distantes, se acercaron lo suficiente para darse la mano. Esto es lo que hace que su status propio esté aún poco definido. En cuanto a las doctrinas características adecuadas para establecer la existencia especial de la clase de los ingenieros, su verdadera naturaleza no puede indicarse fácilmente porque sólo existen sus fundamentos...El establecimiento de la clase de los ingenieros con sus propias características es de la mayor importancia porque esta clase constituirá, sin duda, el instrumento de coalición directo y necesario entre los hombres de ciencia y los industriales por medio de los cuales solamente puede empezar el nuevo orden social”⁹

Esta situación que previó Comte hace casi doscientos años no se hizo posible hasta la tercera era de la ingeniería, si estas se agrupan arbitrariamente en cuatro. La primera desde la antigüedad hasta más o menos 1750, la segunda de 1750 a 1850, la tercera de 1850 a 1950 y la última desde la II Guerra Mundial hasta ahora, cuando posiblemente se está iniciando una quinta. Esta tercera que se menciona estuvo marcada por la conquista de la electricidad y la puesta a punto del motor de combustión interna. En ella se incrementó la construcción, diseño y mantenimiento de barcos, puentes, edificios, máquinas, etc., más grandes; y los científicos empezaron a responder ciertas preguntas propuestas por los ingenieros. En esta era se construyó el puente de Brooklyn (1883), se extendieron los cables submarinos en el Atlántico y se construyeron grandes sistemas de transporte, generación de energía, y distribución. Nació la aviación y el cine se hizo un medio común de educación y entretenimiento, que fue pronto seguido por la radio y la televisión.¹⁰

En esta era empezó la diversidad de las especialidades de la Ingeniería, que se multiplicó casi sin límites en el siglo XX. La actividad tecnológica contemporánea está relacionada con la práctica científica en una ligazón que se hace más fuerte cuanto más avanzada es la tecnología, de modo que hoy en día esa interfaz es muy difusa. Pero hay distinciones muy grandes, que se olvidan, en la dinámica y en la manera como se da el conocimiento en cada caso. La ciencia natural moderna, incluso la más poderosa, puede lograr poco cuando es insuficiente el instrumental que le proporciona la Tecnología. Pero no hay Tecnología, entendida en sentido estricto, sin ciencia. Entre la Ciencia y la Tecnología no hay una relación de identidad, sino una relación de condicionamiento. La Ciencia es, para emplear una expresión de raigambre kantiana, la condición de la posibilidad tecnológica.

La identidad

La diversidad de la Ingeniería ha atentado contra su identidad, porque, incluso, los ingenieros de una especialidad no saben mucho sobre el quehacer de los de otras, lo cual evidentemente mina el *espíritu de cuerpo* y establece unas relaciones dispersas.

Por otro lado, apenas cien años después de que Comte señalara lo citado anteriormente vino a establecerse lo que él llama “la clase de los ingenieros”. Esto se debió, según lo afirma Sprague, a que desde sus inicios la ingeniería estuvo unida a los poderes político, religioso y militar, los capaces de promover las grandes obras que los ingenieros llevaron a cabo y de acuerdo con Mitcham, a que, a pesar de esa directa conexión con el poder, su responsabilidad ha tenido que ver con la subordinación de los ingenieros a las organizaciones sociales, cuyo poder político y económico excede ampliamente todo poder tecnológico que puedan tener éstos en forma individual.¹¹ Además, como señala Mitcham, subsiste el problema de la identidad de la ingeniería, una profesión que a diferencia de la medicina – que se orienta a la salud – o el derecho – cuyo fin es la justicia –, no estaba claro que la ingeniería poseyera algún ideal intrínseco, sustantivo. Los ingenieros se denominaron así – *ingeniators* – porque construían y operaban ingenios de guerra; hasta finales del siglo XVIII la ingeniería fue fundamentalmente una actividad militar. La importancia de la École Polytechnique fundada bajo la dirección del Ministerio de las Fuerzas Armadas, es un testimonio del carácter esencialmente militar que tenía la ingeniería tradicional. Por esta razón, el poder tecnológico de los ingenieros, no importa su alcance, era muy inferior al poder organizado del ejército al cual pertenecían. Como todos los miembros de las fuerzas armadas, la conducta del ingeniero estaba regulada, principalmente, por la obediencia; su obligación terminante era obedecer órdenes.

De acuerdo con el mismo autor cuando surgió la ingeniería civil en el siglo XVIII y se orientó al diseño y construcción de obras públicas, no se alteró, inicialmente, esta situación. La ingeniería civil no era más que una ingeniería militar de tiempo de paz y seguía sujeta por entero a la dirección del Estado, la entidad que podía hacer las inversiones necesarias. El desarrollo posterior de la ingeniería mecánica, química y eléctrica, tampoco afectó apreciablemente esta situación ya que estas ramas florecieron dentro de estructuras de grandes empresas comerciales establecidas. Lo que la ingeniería no – militar promovió fue la búsqueda de un ideal sustantivo que pudiera servir como punto central independiente para la ingeniería, de la forma en que la medicina y el derecho se centran en la salud y la justicia respectivamente. No obstante, se ha visto que las definiciones de ingeniería continúan exhibiendo lo que podría ser interpretado como una

influencia militar, es decir que la profesión de ingeniero es un mero medio, sin ningún otro ideal intrínseco que no sea la eficiencia y supone así una subordinación a las estructuras sociales externas.¹²

En mucha parte esto continúa siendo así, en la universidad la cultura y el discurso de la ciencia han impuesto su propio rigor a las disciplinas académicas de la ingeniería y cuando ésta lo adopta, tal autoridad es casi absoluta. Fuera de la universidad los ingenieros se creen inmunes a la influencia de las teorías filosóficas, pero la ingeniería permanece cautiva, en gran medida, a esta clase de ideas desarrolladas dentro del positivismo, debido al aplastante dominio ejercido por éste en el desarrollo del pensamiento científico durante el siglo XX. La ironía de esta situación es que la mayoría de los ingenieros probablemente nunca han oído hablar del Positivismo Lógico. Como lo anotó Keynes, en 1936, en un contexto paralelo: “Los hombre prácticos, que se creen exentos de cualquier influencia intelectual, generalmente son esclavos de algún economista difunto.”¹³ Tales influencias, a veces ejercidas subliminalmente, pueden configurar una esclavitud cultural real de la que los ingenieros ni se percatan ni se quieren percatar.¹⁴

Sin embargo, como continúa analizando Mitcham, a medida que comenzó a ampliarse el poder tecnológico en manos de los ingenieros y se incrementó su número, aumentaron – naturalmente – las contradicciones entre los ingenieros subordinados y sus superiores. Ocurrió lo que Edwin Layton llamó “la rebelión de los ingenieros” y a principios del siglo XX se desarrolló una visión del ingeniero como agente primario del cambio técnico y la fuerza principal en el progreso humano, como un pensador analítico libre de las inclinaciones particulares de los grupos y, por consiguiente, con la responsabilidad general consistente en asegurar que el cambio tecnológico redunde en el beneficio humano.¹⁵ Esta visión llevó a la tecnocracia, que se frustró como fuerza política explícita. Sin embargo, su ideal sigue ejerciendo una profunda influencia sobre algunos políticos de todo el mundo, en su intento de reemplazar las ideologías por una gestión competente y eficaz.

Ideas similares a las de Mitcham las había expresado Rapp, cuando señaló que la estructura concreta del actuar ingenieril está condicionada por las metas económicas – que como sabemos es lo distintivo de la tecnología-. Como consecuencia de ello, el saber técnico fue enfocado originalmente en conexión con cuestiones económicas. Así, por ejemplo, en Alemania, la investigación sistemática de procedimientos técnicos comenzó en el siglo XVIII con los análisis de las “artes” artesanales que en aquel entonces se aplicaban en las fábricas y manufacturas, los cuales fueron realizados por personas que representaban la vinculación de la técnica, de la ciencia de la administración y de la ciencia económica industrial, que sólo a lo largo del siglo XIX, en conexión con la fundación de las escuelas técnicas superiores, habría de ser sustituida por un manejo independiente de los problemas de la ingeniería.¹⁶

De acuerdo con el mismo autor, este desarrollo encuentra un cierto paralelismo en Francia, en donde la ingeniería se fue separando de los problemas de técnica militar, que – como señala Mitcham - aún se encontraban en primer plano cuando se fundó la École Polytechnique. Y según su punto de vista, en lo que respecta a la metodología de la ciencia, el surgimiento de la

ingeniería como entidad, a la cual debe su capacidad de rendimiento la tecnología actual, debe ser atribuido a tres fuentes:

(1) A la aparición la tecnología, porque al unirse la ciencia moderna y la técnica se aumentó considerablemente la eficiencia. Esto porque a diferencia del saber y la capacidad artesanales - la técnica empírica - que se basan esencialmente en la transmisión *oral* y en el aprendizaje manual, están unidos a la persona como portadora y transmisora, se vuelven accesibles e independientes de las personas, gracias a la formulación *escrita* de los conocimientos técnicos, que es una característica del método sistemático de la tecnología.

(2) Al manejo *independiente* de las cuestiones tecnológicas, separadas de los demás objetos de la investigación, lo que constituye un presupuesto esencial para el desarrollo de la ingeniería. De esta manera, toda la atención se concentra exclusivamente en la estructura de los procedimientos aplicados, que es lo que constituye el único objeto de la investigación. Con ello, es posible considerar los problemas *técnicos* específicos y encontrar la solución más conveniente en cada caso. Esto significó la consolidación del método ingenieril.

(3) A la consolidación del método ingenieril, es decir, a la aplicación del método de la ciencia moderna – la ciencia natural, que es la que se hace referencia acá- la cual, a diferencia de la consideración cualitativo-teleológica de la física aristotélica, que obtenía sus conocimientos a partir de la contemplación pasiva de los procesos naturales espontáneos, se basa, en primer lugar, en experimentos, es decir, en la intervención, previamente planeada, en el acontecer natural. Para crear las necesarias (y constantes) condiciones de experimentación y poder constatar de la manera más precisa posible los acontecimientos que se producen, se requieren siempre determinados aparatos e instrumentos.

Actualmente en todas las investigaciones científica, desde el primer momento, se depende de los correspondientes medios auxiliares técnicos. Como en nuestra época se han vuelto objeto de investigación dimensiones cósmicas y microscópicas, que sólo son aprehensibles con costosos aparatos, es cada vez más patente la *tecnificación de las ciencias naturales*.¹⁷

Sin embargo las fuentes señaladas por Rapp no han llegado a consolidarse lo suficiente como para establecer la plena identidad de la Ingeniería como profesión, con sus rasgos distintivos y su imagen nítida y definida ante la comunidad.

La identidad del estudiante de Ingeniería

Esta falta de identidad es patética entre los estudiantes de Ingeniería, mientras que un estudiante de Medicina anda con el estetoscopio a la mano desde el primer semestre y sabe lo que hará y el estudiante de leyes carga el Código en la mochila, un estudiante de quinto semestre de Ingeniería ni sabe muy bien cuál es su quehacer. Esto se debe a varias razones, entre ellas a la estructura curricular de la carrera de Ingeniería que, en general concentra los primeros semestres en la fundamentación científica y sociohumanística sin prestar suficiente atención a la información sobre la carrera en sí –cosa que se ha ido corrigiendo en el caso de la Universidad de Antioquia–.

Tal situación y el ambiente académico de la Universidad, donde la enseñanza y la investigación en la Ingeniería permanecen estrechamente conectadas con las disciplinas académicas de la

Ciencia en tanto que, en gran medida, han permanecido aisladas de la pragmática de la Ingeniería como una práctica profesional, han contribuido a esa falta de identidad.

Esto no es sorprendente si se mira desde la historia discursiva de la ciencia modernista, donde áreas como la Matemática y la Física se basan en enfoques similares a los del Positivismo Lógico, cuestiones como el significado y el impacto social se ignoran o se rechazan.¹⁸ Aclarando que hay excepciones, como nuestro grupo *Ingeniería y Sociedad*.

Esta pérdida de contexto en la educación en Ingeniería lleva a otro nivel de restricción, que Goldman ha descrito como “la cautividad social de la Ingeniería”. Él argumenta que esta cautividad opera en dos vías intelectual y prácticamente. Intelectualmente, la Ingeniería parece ser meramente una aplicación de la Ciencia, y se supone que todos los principios de la práctica científica también cubren los de la Ingeniería. Prácticamente Goldman observa que el contexto de la Ingeniería está enmarcado y gobernado por jerarquías administrativas y no por la profesión ingenieril misma. La práctica de la Ingeniería es cautiva de la acción tecnológica que explota la experticia de aquélla, define los problemas que deben tratar los ingenieros así como los términos de las soluciones aceptables.¹⁹

Todo esto no pasaría de ser un ejercicio académico si no se supiera que esa falta de identidad lleva a los estudiantes a la deserción y a los ingenieros a una baja autoestima y falta de confianza, que se traducen en la invisibilidad de la profesión ingenieril con todas sus consecuencias.²⁰

De ahí la necesidad de hacer estudios sobre la manera como los estudiantes de Ingeniería construyen su identidad y trabajar sobre ello, otro reto para el grupo *Ingeniería y Sociedad*.

Conclusiones

Ciertamente la profesión ingenieril es invisible y una de las razones para ello es su falta de identidad plena. Esta falta de identidad tiene su origen en múltiples causas, pero se ha resumido que las principales son:

- Razones históricas, como su consolidación en los ejércitos en la ingeniería militar, subsumida en las artes bélicas, y la posterior aparición de nuevas ramas (como la química o la eléctrica) en el interior de grandes corporaciones, que la desdibujaron como profesión independiente.
- A la amplia variedad de sus manifestaciones, que hace que los propios ingenieros no tengan conciencia de la unidad de su profesión y sean incapaces de identificar el tronco fundamental del cual brotan las ramas de las especialidades.
- A que, en el camino de su cualificación, la profesión ha caído presa de las concepciones científicistas y hay incluso ingenieros que ven la Ingeniería como una ciencia aplicada.

Referencias

1. Castex, Jean, *Renacimiento, Barroco y Clasicismo*, Akal, Madrid, 1990, p. 27.

2. Valencia Giraldo, Asdrúbal, *La evolución de la cultura material: Una historia de la Ingeniería*, Universidad de Antioquia, Medellín, 2007, p. 288.
3. Kanerva, Lisa, *Defining the Architect in Fifteen-Century Italy*, The Finnish Academy of Science and Letters, Helsinki, 1998, p. 12.
4. Sprague de Camp, L., *The Ancient Engineers*, Barnes and Noble, New York, 1993, p. 357.
5. Rae, John & Rudi Volti, *The Engineer in History*, Peter Lang, New York, 2001, p. 58.
6. Valencia Giraldo, Asdrúbal, *La evolución de la cultura material: Una historia de la Ingeniería*, Universidad de Antioquia, Medellín, 2007, p. 1.
7. Contreras R., Oscar, "Impactos de la Ingeniería en el Siglo XX y sus Desafíos para el Siglo XXI", *Actualizaciones para el Desarrollo Organizacional*, Marchant Ramírez, Loreto, (ed.), Universidad Viña del Mar, Viña del Mar, 2005, p. 32.
8. Mumford, Lewis, *Técnica y civilización*, Alianza Editorial, Madrid, 1982, p. 239.
9. Comte, A., "Cuarto Ensayo", (1825), *Ensayos*, Editorial Crítica, Barcelona, 1985, p. 53.
10. Hawkins, George A., "The profession of engineering", *Student's engineering manual*, McGraw Hill, New York, 1968, p. 1.
11. Sprague de Camp, L., *The Ancient Engineers*, Barnes & Noble Books, New York, 1993, p. 8.
12. Mitcham, Carl, *¿Qué es la filosofía de la tecnología?*, Anthropos, Barcelona, 1989, p. 152.
13. Keynes, J. M., *La teoría general del dinero, el interés y el empleo*, Ediciones Orbis, Barcelona, 1983, p. 32.
14. Goldman, Steven L. "The Social Captivity of Engineering." *Critical Perspectives on Nonacademic Science and Engineering*, Durbin, Paul T. (ed.), Lehigh University Press, Bethlehem, 1991, p. 121.
15. Layton, Edwin, *The Revolt of the Engineers*, Press of Case Western University, Cleveland, 1977.
16. Rapp, Friedrich, *Filosofía analítica de la técnica*, Editorial Alfa, Buenos Aires, 1981, p. 27.
17. Valencia, A., *De la técnica a la modernidad*, Editorial Universidad de Antioquia, Medellín, 2007, p. 1.
18. Johnston, S., A. Lee and H. McGregor, "Engineering as a Captive Discourse", *Society For Technology and Philosophy*, Vol. 1, Nos. 3 - 4, Spring 1996; <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/SPT/v1n3n4/Johnston.html>.
19. Goldman, Steven L. "The Social Captivity of Engineering." *Critical Perspectives on Nonacademic Science and Engineering*. Durbin, Paul T. (ed.), Bethlehem: Lehigh University Press, 1991, p. 121.
20. Pierrakos, O. et al., "On the Development of a Professional Identity: Engineering Persists Vs Engineering Switchers", *39th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, October 18 - 21, 2009, San Antonio, TX, p. M4F-1.