

LA INGENIERÍA COMO PROFESIÓN

La ingeniería como profesión

Según el diccionario de la Real Academia Española, la ingeniería es el *estudio y aplicación, por especialistas, de las diversas ramas de la tecnología*. Igualmente, en su acepción segunda, la ingeniería se define como *la actividad profesional del ingeniero*. A lo largo del tiempo se han enunciado decenas de definiciones del término ingeniería, quizá más acertadas que la de la Real Academia, de entre ellas destacan:

- Ingeniería es la la profesión en la que los conocimientos de matemáticas y ciencias, obtenidos mediante el estudio, la experiencia y la práctica, son aplicados con criterio y bajo principios éticos, al desarrollo de los medios necesarios para usar de forma económica los materiales y las formas de energía en beneficio de la humanidad. *ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology)*.
- Ingeniería es el arte de tomar una serie de decisiones importantes, dado un conjunto de datos inciertos e incompletos, con el fin de obtener para un cierto problema, aquella de entre las posibles soluciones, la que funcione de manera más satisfactoria. *Hardy Cross (1885-1959), ingeniero de estructuras y creador del método de cálculo de estructuras conocido como método de Cross o método de distribución de momentos*.
- La ingeniería es una gran profesión. Fascina ver cómo un fragmento de la imaginación emerge con ayuda de la ciencia, en un dibujo, en un papel y luego se transforma en una realización en piedra o metal o energía y trae trabajo y hogares a hombres y mujeres y eleva los niveles de vida y aumenta el confort humano. Y ese es el gran privilegio de los ingenieros. *Herbert Clark Hoover (1874-1964), ingeniero de minas y político estadounidense, trigésimo primer presiden-*

te de los Estados Unidos.

- La práctica profesional de la ingeniería está relacionada con cualquier acto de planificación, diseño, composición, evaluación, asesoramiento, informe o dictamen, dirección, supervisión o gestión que requiera la aplicación de los principios de la ingeniería y que concierna a la salvaguarda de la vida, la salud, la propiedad, los intereses económicos, el bienestar público o el medio ambiente. *NAFTA (North American Free Trade Agreement)*.
- La profesión de ingeniería consiste en plantear y responder cuestiones complejas, de forma eficaz e innovadora, en los campos de la creación, el diseño, la producción y la implementación de productos, sistemas o servicios, y posibilitar su financiación y venta dentro de un entorno competitivo. Por lo tanto, los ingenieros, deben tener un profundo conocimiento, basado en una sólida formación científica, de temas técnicos, económicos, sociales y humanos. *CTI (Comisión Francesa de Títulos de Ingeniería)*.

En todas las definiciones anteriores subyace un conjunto de ideas comunes: la necesidad de un profundo conocimiento científico, la búsqueda de un fin social y el uso de principios de economía, eficacia y ética. En general, la ingeniería es una actividad profesional y, como tal, exige una importante preparación previa. Sin embargo, en el campo concreto de la ingeniería, el ingeniero debe estar dispuesto a mantener una actitud de curiosidad y espíritu de aprendizaje a lo largo de toda su vida, dada la naturaleza cambiante del mundo tecnológico en que se mueve.

En consecuencia, las competencias fundamentales que debe ostentar un ingeniero son:

- Aplicar los conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería a la práctica.
- Diseñar y realizar experimentos y analizar e interpretar datos.
- Diseñar sistemas, componentes o procesos.
- Trabajar en equipos multidisciplinares.
- Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- Comprender el alcance de la responsabilidad profesional y ética.
- Comunicar de forma eficaz.
- Comprender el impacto de las soluciones de ingeniería en un contexto social y global.
- Reconocer la necesidad y mostrar la capacidad de aprender durante toda la vida.
- Usar las técnicas y herramientas modernas de la ingeniería.
- Compromiso con la calidad, cumplimiento de plazos y mejora continua.

Dentro de este ámbito, las tareas o funciones que pueden desarrollar los ingenieros son:

- **Diseño:** convertir conceptos e información en planes y especificaciones detalladas sobre el desarrollo y/o fabricación de productos, sistemas o procesos.
- **Análisis:** desarrollar modelos computacionales de los problemas, basándose en las matemáticas y la ciencia en general, usando software de ingeniería.
- **Pruebas:** desarrollar y dirigir las pruebas necesarias para verificar que un diseño, producto o proceso cumple todas las especificaciones.
- **Desarrollo:** participar en el desarrollo de productos, procesos o sistemas y actuar como intermediario entre los ingenieros de diseño y de pruebas.
- **Investigación:** participar en la creación de nuevo conocimiento mediante la exploración por medio de matemáticas, ciencias y principios de ingeniería, en la búsqueda de nuevas respuestas o descubrimientos que contribuyan al avance de la humanidad.
- **Ventas:** casar las características de los productos con las necesidades de los clientes de la empresa.
- **Gestión:** dirigir grupos de personas y manejar dotaciones de material y presupuesto para lograr los fines de la organización en el tiempo requerido.
- **Consultoría:** realizar funciones concretas de ingeniería para un cliente por medio de contratos de prestación de servicios.
- **Docencia:** realizar labores de enseñanza, investigación y transferencia dentro de una institución de educación superior.

Se reconocen, igualmente, una serie de campos dentro de las posibles profesiones de ingeniería que, en muchos países, son profesiones reguladas; es decir, requieren de un título concreto y frecuentemente también de una acreditación profesional para poder ejercerlas. A continuación se da a modo de ejemplo una relación que no pretende ser exhaustiva. Igualmente, hay que hacer constar que las definiciones y las fronteras entre los distintos campos pueden no ser las mismas en función de los distintos países (relación tomada de ABET):

- Ingeniería aeronáutica: análisis y diseño de superficies de sustentación, sistemas de control, sistemas de propulsión y aeronaves. Otras relacionadas: astronáutica y aeroespacial.
- Ingeniería agrícola y forestal: aplicaciones de la ingeniería a la agricultura, piscicultura, recursos forestales y recursos naturales en general.
- Ingeniería ambiental: meteorología, suelos, toxicología ambiental.
- Ingeniería biomédica: aplicaciones de ingeniería a temas relacionados con la salud y los seres vivos.
- Ingeniería civil: análisis, diseño, materiales y métodos para la construcción de grandes estructuras, como puentes, carreteras y autopistas, instalaciones de trata-

miento de aguas y sistemas de transporte.

- Ingeniería de la construcción: planificación, diseño y supervisión de la construcción de edificios e instalaciones.
- Ingeniería eléctrica/electrónica: análisis y diseño de sistemas eléctricos complejos y dispositivos electrónicos.
- Ingeniería de la fabricación: conocimiento de materiales y diseño de procesos de fabricación. Diseño de productos, equipamientos, herramientas y todo lo necesario para la fabricación. Planificación, control de tiempos y control de calidad de los procesos de fabricación.
- Ingeniería industrial: diseño, desarrollo, implementación y mejora de sistemas que incluyen personal, materiales, información, equipamiento y energía en el ámbito industrial.
- Ingeniería informática: análisis y diseño de sistemas de computadores, incluyendo hardware y software.
- Ingeniería de materiales: estructura, propiedades, procesamiento y comportamiento de todos los tipos de materiales y sus aplicaciones en diseño de productos. Diseño de experimentos y ensayos de comprobación de las propiedades de los materiales.
- Ingeniería mecánica: análisis, modelado y diseño de sistemas físicos compuestos por sólidos y fluidos. Calor y Frío, máquinas y mecanismos.
- Ingeniería de minas: geología, caracterización de depósitos de mineral, identificación de minerales y rocas y sus propiedades. Estructuras e instalaciones mineras. Métodos de minería. Seguridad e higiene en minas.
- Ingeniería naval: vehículos marinos, propulsión y navegación.
- Ingeniería nuclear: interacciones de la radiación con la materia. Sistemas radio-lógicos.
- Ingeniería de organización: organización, gestión, planificación y control de recursos humanos y de la producción.
- Ingeniería de protección contra incendios: protección de la seguridad, la salud y el bienestar humano frente al impacto del fuego. Dinámica del fuego, sistemas de protección y emergencia. Correcto diseño de productos y edificios. Prevención, control y extinción del fuego.
- Ingeniería química: análisis y diseño de procesos químicos, incluyendo los riesgos asociados a los mismos.

La regulación de las profesiones de ingeniería en España

Según establece la Ley 12/1986, de 1 de abril, sobre regulación de las atribuciones profesionales de los arquitectos e ingenieros técnicos corresponden a estos últimos, dentro

de su respectiva especialidad, las siguientes atribuciones:

- a) La redacción y firma de proyectos que tengan por objeto la construcción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaje o explotación de bienes muebles e inmuebles, en sus respectivos casos, tanto con carácter principal como accesorio, siempre que queden comprendidos por su naturaleza y características en la técnica propia de cada titulación.
- b) La dirección de las actividades objeto de los proyectos a que se refiere en el apartado anterior, incluso cuando los proyectos hubieren sido elaborados por un tercero.
- c) La realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planos de labores y otros trabajos análogos.
- d) El ejercicio de la docencia en sus diversos grados en los casos y términos previstos en la normativa correspondiente y, en particular, conforme a lo dispuesto en la Ley Orgánica 11/1983, de 25 de agosto, de reforma universitaria.
- e) La dirección de toda clase de industrias o explotaciones y el ejercicio, en general respecto de ellas, de las actividades a que se refieren los apartados anteriores.

Además de lo dispuesto en los tres primeros apartados, los arquitectos e ingenieros técnicos tendrán igualmente aquellos otros derechos y atribuciones profesionales reconocidos en el ordenamiento vigente, así como las que sus disposiciones reguladoras reconocían a los antiguos peritos, aparejadores, facultativos y ayudantes de ingenieros.

Las atribuciones a que se refiere la presente Ley se ajustarán en todo caso en su ejercicio a las exigencias derivadas de las directivas de las Comunidades europeas que resulten de aplicación.

Tradicionalmente existe en España una amplia controversia sobre la exclusividad o no de las atribuciones profesionales de unas u otras profesiones dentro del ámbito de la ingeniería, que a menudo se vienen resolviendo por medio de sentencias del Tribunal Supremo. Esto es debido a que la legislación vigente no es clara en absoluto, permitiendo muchos solapes e indefiniciones entre las atribuciones profesionales de las distintas titulaciones de ingeniería. Quizá cabría preguntarse, precisamente, si esta regulación es realmente necesaria o no, si habría que eliminarla y dejar que el mercado de prestaciones profesionales se autorregulara, o si sería conveniente sustituir la regulación actual por otra basada en la acreditación. Todas estas controversias se encuentran aún en discusión y sin un resultado definitivo. En 2013, el Gobierno de España elaboró un Anteproyecto de Ley de Servicios y Colegios Profesionales, que finalmente no superó el trámite parlamentario y fue retirado en 2015. Por lo tanto, es un tema aún pendiente de regulación definitiva en el Estado español.

Por su parte, los colegios profesionales defienden los intereses profesionales de los colegiados y velan por el respeto de la ética en la práctica de la profesión. La regulación legal en el estado español de los Colegios Profesionales data de 1974 (Ley 2/1974 sobre Colegios Profesionales) y ha sido modificada en sucesivas ocasiones (se puede consultar la relación cronológica de modificaciones en <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1974-289>). Por otro lado, existe en España una serie de regulaciones relacionadas con la actividad profesional¹. Esta ley define como fines esenciales de los Colegios la ordenación del ejercicio de las profesiones, la representación institucional exclusiva de las mismas cuando estén sujetas a colegiación obligatoria, la defensa de los intereses profesionales de los colegiados y la protección de los intereses de los consumidores y usuarios de los servicios de sus colegiados, todo ello sin perjuicio de la competencia de la Administración Pública por razón de la relación funcional. Asimismo, la Ley establece la obligatoriedad de colegiarse para ejercer ciertas profesiones cuando éstas estén recogidas en leyes estatales, así como la posibilidad de colegiarse sólo en un colegio territorial, cuando existan varios, pudiendo ejercer en todo el territorio nacional sin tener que abonar ningún tipo de cuota o contraprestación además de la del colegio de origen.

En las profesiones de ingeniería es frecuente que los trabajos que se realicen requieran ser visados por el colegio profesional competente. A este respecto, la Ley establece que los Colegios de profesiones técnicas visarán los trabajos profesionales en su ámbito de competencia únicamente cuando se solicite por petición expresa de los clientes, incluidas las Administraciones Públicas cuando actúen como tales, o cuando así lo establezca el Gobierno mediante Real Decreto, previa consulta a los colegiados afectados y de acuerdo con los siguientes criterios:

- Que sea necesario por existir una relación de causalidad directa entre el trabajo profesional y la afectación a la integridad física y seguridad de las personas.
- Que se acredite que el visado es el medio de control más proporcionado.
- En ningún caso, los Colegios, por sí mismos o a través de sus previsiones estatutarias, podrán imponer la obligación de visar los trabajos profesionales.

El objeto del visado es comprobar, al menos:

- La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo, utilizando para ello los registros de colegiados previstos.
- La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de

¹ Disposiciones legales relacionadas: Ley 3/1991, de 10 de enero, de Competencia Desleal; Real Decreto-ley 6/2000, de 23 de junio, de Medidas Urgentes de Intensificación de la Competencia en Mercados de Bienes y Servicios; Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio; Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas Leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio; Real Decreto 1000/2010, de 5 de agosto, sobre visado colegial obligatorio.

acuerdo con la normativa aplicable al trabajo del que se trate.

En todo caso, el visado expresará claramente cuál es su objeto, detallando qué extremos son sometidos a control e informará sobre la responsabilidad que asume el Colegio. En ningún caso comprenderá los honorarios ni las demás condiciones contractuales, cuya determinación queda sujeta al libre acuerdo entre las partes, ni tampoco comprenderá el control técnico de los elementos facultativos del trabajo profesional.

Códigos de ética profesional

Ético significa *recto, conforme a la moral*. Por lo tanto, la ética profesional pretende regular el comportamiento correcto de los integrantes de una profesión. La ética, en sí misma, no es coactiva. Es decir: no persigue las infracciones ni impone sanciones. Sin embargo, las normas de ética profesional suelen estar recogidas en los códigos deontológicos de los colegios o asociaciones profesionales en general, que sí son reglas y principios de obligado cumplimiento.

Los códigos éticos en general reúnen una serie de aspectos comunes, como por ejemplo: secreto profesional, derecho de asociación, solidaridad entre compañeros y rechazo a la competencia desleal, compromiso de usar los conocimientos para fines socialmente beneficiosos y nunca para delinquir, o compromiso de actuar lealmente con los clientes en la redacción de informes y presupuestos, entre otros. A continuación se desarrollan con más detalle algunas de estas cuestiones:

Contribuir a la sociedad y al bienestar humano

Son objetivos fundamentales de las profesiones de ingeniería en general, y de la ingeniería informática en particular, mejorar la calidad de vida y proteger la salud y la seguridad de las personas. Por lo tanto, los ingenieros informáticos deben prestar especial atención a que sus productos vayan destinados a usos socialmente responsables, así como a cualquier aspecto que pueda dañar a los usuarios.

Evitar perjuicios a terceros

Este principio prohíbe el uso de la tecnología informática de manera que resulte perjudicial para los usuarios directos y para los clientes en general. Las acciones que podrían ser consideradas dañinas son la destrucción intencionada y la modificación o de divulgación de archivos y/o programas del cliente.

Honestidad y confidencialidad

La honestidad es un componente esencial de la confianza. El ingeniero honesto no reclamará con falsedad la autoría de un sistema o de un diseño, aunque podrá informar a sus clientes de las limitaciones y problemas que advierta en sistemas o diseños realizados por otros si esto redundaría en beneficio del cliente. Igualmente, los profesionales deberán

tratar de ser veraces en cuanto a la publicidad de sus propias capacidades, fundamentalmente en aquellos casos que puedan derivar en conflictos de intereses con otros colegas.

En todo momento se deberá guardar el secreto de las informaciones obtenidas con motivo del desempeño profesional. Este secreto, además, no tiene fecha de caducidad. Igualmente, es responsabilidad de los profesionales el mantenimiento de la privacidad y de la integridad de los datos aportados por el cliente, protegiéndolos contra accesos no autorizados.

No tomar decisiones discriminatorias

La discriminación por raza, sexo, religión, edad, discapacidad, nacionalidad, u otros factores semejantes es una violación explícita de las leyes de la mayoría de los países desarrollados, por lo que en ningún caso debe ser tolerada. Todos los individuos deberían tener iguales oportunidades de accesibilidad a los recursos informáticos y es labor del ingeniero asegurarse de que sus diseños respetan este principio.

Respeto a los derechos de propiedad intelectual

La violación de copyright, patentes y otros tipos de licencias está prohibida por la ley. Incluso cuando el software no está tan protegido, semejantes violaciones son contrarias al comportamiento profesional. En todo caso las copias o el uso del software deberían ser realizadas solo con la autorización del propietario y asignando el correspondiente crédito a los autores.