

1. Conceptos Generales de la Tecnología

El objetivo de este tema es definir el papel del ingeniero como técnico dentro de la sociedad tecnológica en que vivimos. Veremos lo que es la tecnología, así como todos los conceptos relacionados con esta, como son la técnica, la ciencia, y la ingeniería. Asimismo, se pretende también vincular los términos anteriores entre sí y analizar cual ha sido su impacto en la sociedad.

La tecnología se ha introducido en todos los aspectos de nuestra vida diaria de tal forma que no existe, actualmente, espacio alguno libre de su influencia. La época en que vivimos, se podría calificar de tecnológica, ya que la mayoría de los seres humanos vivimos altamente influenciados por la tecnología, y en una interacción continua con la misma.

La tecnología debe contemplarse como la suma del saber y del trabajo del hombre, en su lucha por dominar el medio natural, y vencer todo aquello que le es adverso. Hemos de tener en cuenta el gran valor que tiene la tecnología como obra del hombre al servicio de la humanidad.

Los conceptos de ingeniería, ciencia, técnica, y tecnología no están definidos de forma unívoca ni están claramente diferenciados. De todos ellos, el concepto de ciencia parece el más claro, o lo parecía hasta hace unas décadas, pues se asumía que las ciencias se referían a los conocimientos sobre la naturaleza: física, química, biología, geología, etc. Pero quizás por el prestigio y reconocimiento alcanzado por estas ramas de la ciencia, o por la forma de extraer conclusiones de los acontecimientos reales, muy parecida al método científico, a finales del siglo pasado y comienzos de éste, otras ramas del conocimiento humano, como la economía, la sociología, el derecho, etc., han empezado también a utilizar este rótulo.

Por todo ello, no queda tan claro el concepto de ciencia, aunque sí es un término asociado a la exactitud, precisión y perfección. De hecho en los medios de comunicación cuando se habla de una afirmación, un razonamiento o un producto científico se pretende dar a entender que tiene algún tipo de perfección, o se refiere a la fiabilidad del mismo.

Antiguamente, estábamos acostumbrados a oír en el anuncio de algún producto en la televisión que había sido “probado ante notario” para darle una mayor garantía o fiabilidad. Ahora se oye con más frecuencia que algo ha sido “científicamente probado” para indicar que este producto es mejor que otro de la competencia, aunque se estén refiriendo a un detergente. Tenemos que tener en cuenta que el lenguaje de la calle, y más concretamente el lenguaje de la

publicidad intenta ir un poco más allá de la realidad con el fin de resaltar alguna cualidad, o dar a entender algo de forma sutil.

Lo mismo que con la ciencia sucede con los conceptos de técnica y tecnología. Son tan amplios que a veces se utilizan indistintamente. No cabe duda de que la tecnología es una de esas palabras clave que tanto se utilizan en nuestros días, y es un factor de gran importancia en las políticas de los países industrializados y en las relaciones internacionales. Estamos ya muy acostumbrados a oír en los medios de comunicación expresiones como “tecnologías de la información”, “tecnología punta” o “nuevas tecnologías”.

De esta forma, sucede algo parecido con el concepto de tecnología de lo que sucedía con la ciencia. En este mundo, donde la palabra o la información tiene cada día más importancia y el poder de las palabras es tan grande, cuando se le asigna gran importancia a la tecnología, no hay ninguna actividad que se quiera quedar fuera de este marco, creándose a veces confusión en el empleo de este término.

A la hora de definir la ingeniería, veremos que no es tarea fácil, porque además de ser también un concepto muy amplio, los términos con los que se relaciona, ciencia, técnica y tecnología, tampoco están claramente definidos. Si del concepto pasamos a la actividad profesional, surge otra dificultad derivada de la enorme expansión que la actividad ingenieril ha tenido durante las últimas décadas del siglo. A finales del siglo XIX era fácil delimitar social y profesionalmente a los ingenieros; el ingeniero era el profesional que hacía carreteras, diseñaba puentes, presas, etc. Sin embargo, hoy no lo es tanto, pues su actividad profesional puede asimilarse a la de un científico, un economista o un empresario.

A partir de aquí entraremos más en detalle en la definición de cada uno de los conceptos de técnica, ciencia, tecnología, e ingeniería.

1.1. Concepto de técnica

El concepto de técnica, tal y como lo conocemos ahora, es probablemente el primero de todos los que se van a tratar en este tema, que aparece en la historia. Los conceptos de ciencia y tecnología, que veremos posteriormente, sufrieron una gran revolución con el establecimiento del Método Científico. Quizá también pudiéramos hablar de ciencia y tecnología con anterioridad a este Método Científico, pero estaríamos hablando de formas primitivas, que poco tienen que ver con su estado actual.

Las definiciones de técnica que ofrece el diccionario de la Real Academia Española de la Lengua son estas:

- *“Conjunto de procedimientos y recursos de que se sirve una ciencia o arte.”*
- *“Pericia o habilidad para usar esos procedimientos y recursos.”*
- *“Habilidad para ejecutar cualquier cosa, o conseguir algo.”*

En primer lugar, se alude a procedimientos y recursos de que se sirve una ciencia o arte. Aquí, podemos incluir como recursos las herramientas, los instrumentos y las máquinas, tanto si son de tipo mecánico como electrónico; y como procedimientos todo lo relacionado con el manejo por un operador humano de estos recursos. Ejemplos de esto, pueden ser el conjunto de formas en que un pintor puede utilizar el pincel y la pintura para conseguir un efecto concreto, el protocolo de medidas eléctricas que debe realizar un especialista para reparar un televisor, o la forma de utilizar las máquinas de un proceso de fabricación concreto.

La segunda acepción habla de la sabiduría o habilidad a la hora de utilizar los recursos y procedimientos anteriores. Aquí se hace una alusión concreta a las capacidades humanas para desarrollar una determinada tarea. En los ejemplos anteriores, un pintor puede seguir las formas habituales de pintar, o utilizar métodos propios no establecidos teniendo una técnica propia, además de la establecida. Un técnico de televisión puede seguir los protocolos al pie de la letra, o a partir de su experiencia, realizar otras medidas que le hagan encontrar la avería más rápidamente. Así también, además de la técnica general de reparación de televisores, este especialista tendrá su propia técnica.

Por último, se habla de habilidad de ejecución, sin hacer referencia a recursos ni procedimientos. Esta acepción está orientada más a fines netamente humanos. Por ejemplo en deporte, podemos hablar de la técnica de un corredor de velocidad o de fondo. En una empresa,

podemos hablar de la forma en que un responsable de sección dirige a sus subordinados; estaríamos hablando entonces de técnicas de dirección.

A partir de estas definiciones, podemos llegar a dos significados distintos: El primer significado hablaría de los modos de manejo de herramientas, instrumentos o máquinas para realizar tareas; es decir del protocolo o la metodología fría para utilizar estos aparatos. El segundo habla de las capacidades humanas del procedimiento, pericia y habilidad para lograr un fin; en este caso se está aludiendo a las diferentes estrategias que puede tener cada individuo a la hora de realizar una tarea, o solucionar un problema que se le plantee.

En cualquier actividad técnica intervienen elementos de las dos áreas anteriores. Así, por ejemplo, en una cadena de montaje de una fábrica existirá una técnica de programación de tareas, tiempo, o personal, con el fin de conseguir el acabado del producto de la forma mejor y más económica. En este caso estaríamos más cerca del segundo significado: estrategia, capacidades humanas, etc. Por otro lado, existirá la técnica de manejo de las máquinas involucradas en dicho proceso; este caso se enmarcaría mejor en el primer significado de protocolo o metodología.

En cualquier caso, en concepto de técnica está siempre ligado al de utilidad, y su finalidad es conseguir algo con el menor esfuerzo y a la vez con el mayor rendimiento y eficacia. Se disponen un conjunto de normas o métodos que componen una estrategia planificada de antemano, para lograr un fin de la manera más eficiente.

En estos casos, no se hace mención ninguna de un conocimiento interno de las herramientas o máquinas que se están utilizando por parte del técnico, sino que alude al conocimiento de los aparatos en cuanto a que cumplen una función, y a partir de su manejo se obtienen unos resultados.

1.1.1. El trabajo del técnico

Al técnico, según la definición de la Real Academia Española de la Lengua, se le reconoce como una *“persona que posee unos conocimientos especiales de una ciencia o arte.”* Estos conocimientos que se le suponen al técnico son eminentemente prácticos. Este grado de especialización se obtiene a partir de un aprendizaje o un entrenamiento.

En los aspectos de metodología vistos en el apartado anterior, se identifica al técnico como la persona que maneja instrumentos o máquinas involucrados en un determinado proceso. Al técnico se le atribuye un cierto grado de especialización en cuanto a este manejo.

Según la acepción de estrategia propia de los humanos se hace referencia a una habilidad, o a un saber hacer las cosas que no poseen los demás y que conlleva una garantía de éxito. Esto se aplica muchas veces en el deporte. Muchas veces se dice que este jugador tiene una técnica más depurada que aquel, etc. Según esto, técnica significa entrenamiento, habilidad y pericia para lograr un fin de la manera más eficiente. También se llaman técnicos a los entrenadores, probablemente porque se les supone el conocimiento de la Técnica del deporte en cuestión, y de los métodos de entrenamiento.

También se atribuye este grado de experiencia o especialización por medio del adjetivo técnico a otros términos generales como pueden ser soporte técnico, servicio técnico, etc.

1.1.2. Técnica y civilizaciones.

Sin la técnica, el hombre quedaría reducido a una etapa primitiva. Debido a sus pocas defensas naturales, el hombre se encuentra prácticamente indefenso respecto del medio natural que le rodea; tiene la piel fina, no tiene garras para defenderse, no puede correr rápidamente para atacar o huir, ni puede volar ni camuflarse. Sin embargo, la verdadera superioridad del hombre reside en tres grandes capacidades notablemente desarrolladas que son, la imaginación, la habilidad manual, y el lenguaje. La imaginación le permite concebir y desarrollar mentalmente sus proyectos, y la habilidad manual le permite poner en práctica las creaciones de su mente.

A partir de estas capacidades, el hombre ha desarrollado actividades o actos técnicos, con el fin de mejorar las condiciones materiales de su vida. Así, a lo largo de las distintas civilizaciones, ha ido creando nuevos elementos, y nuevos métodos de hacer las cosas para conseguir su bienestar. La serie de actos técnicos para procurar su bienestar están orientados hacia tres direcciones fundamentales.

La primera, y quizá más importante pretende asegurar la satisfacción de sus necesidades. Estas necesidades, sobretodo en las primeras épocas están asociadas con su supervivencia: crear herramientas para cazar y defenderse, conseguir comida cazando y pescando, encender fuego para calentarse, etc. Una vez satisfechas las necesidades vitales, el hombre trata de cubrir otras necesidades no imprescindibles, pero a las que posteriormente le será prácticamente imposible renunciar; como pueden ser la necesidad de desplazarse, comunicarse, o incluso divertirse.

Otras actividades técnicas están dirigidas a lograr esa satisfacción de las necesidades de una manera más sencilla y con el mínimo esfuerzo. De esta manera ha ido facilitándose las tareas,

pasando de la caza a la crianza de animales para su sustento; o ha ido perfeccionando las formas de comunicarse o desplazarse.

Todo esto viene matizado por la capacidad humana de crear nuevas posibilidades de resolver sus problemas, inventando utensilios que no existen en la naturaleza, o ideando nuevas formas de hacer las cosas.

Esta capacidad de hacer, permite al hombre transformar la naturaleza. Aprovecha los materiales y los elementos naturales para crear herramientas nuevas, y para darles nuevos usos. Esta transformación, supone una adaptación del medio al sujeto, al contrario de lo que suele suceder biológicamente, donde son los animales los que se adaptan al medio.

Según esto, la técnica es una actividad propia del hombre. Los animales no son técnicos, se conforman con estar y sobrevivir. El hombre, además de estar, se procura su bienestar. La técnica, además de ser propia del hombre, está orientada hacia el hombre, ya que redundará en su propio beneficio.

Pero el hombre, no solo realizó con su trabajo bienes materiales, herramientas, útiles e instrumentos, sino que también puede conservar sus conocimientos depositándolos en sus sucesores. El lenguaje le permite transmitir información, de manera que cada generación no tuvo que reiniciar el proceso de invención. Así los logros no se ciñen al individuo sino que los asume toda la especie humana enriqueciéndolas cada vez más.

1.1.3. Etapas de la técnica.

Como movimiento para la reforma de la naturaleza, la técnica ha ido evolucionando a lo largo de la historia del hombre. En un principio la técnica se dirige a resolver necesidades vitales como son, comer, refugiarse, calentarse, defenderse etc. Posteriormente, y una vez satisfechas todas esas necesidades, la técnica se dirige a conseguir una vida más cómoda y productiva.

El filósofo español José Ortega y Gasset en su libro “Meditación de la técnica” (1939) define tres grandes etapas de la técnica, a las que llama: técnica del azar, técnica del artesano, y técnica del técnico. A continuación se desarrolla cada una de estas etapas según su punto de vista.

1.1.3.1. Técnica del azar.

La técnica del azar es la propia del hombre prehistórico y de los pueblos primitivos que todavía existen. En estos pueblos, el repertorio de actos técnicos es reducido y casi confundidos con los actos naturales, o atribuidos a la magia de los hechiceros, y a fuerzas sobrenaturales. Apenas hay especialización. Todos los miembros realizan las mismas actividades: cultivan los campos, construyen herramientas, armas como flechas y lanzas, etc. Es la fase de la resolución de las necesidades más elementales; y cada cual resuelve las suyas.

1.1.3.2. Técnica del artesano.

La técnica del artesano podemos verla desde las civilizaciones egipcia, griega y romana, y hasta la edad media. El repertorio de actos técnicos ha crecido mucho y algunos de estos son tan complicados que no puede realizarlos todo el mundo. De este hecho surge la especialización. En esta época, algunos conocimientos de geometría y astronomía permiten construir las ciudades siguiendo una cierta planificación.

El modo de adquisición de la técnica es el aprendizaje, basado en la transmisión de la experiencia para cada actividad concreta. Esta transmisión, al principio se producía de padres a hijos, pero con la aparición de los gremios pasó a producirse entre el maestro y el aprendiz. Entonces, existían los técnicos artesanos, y los actos y obras técnicas, pero no había un sustrato común que permita hablar de la "Técnica" en general; cada técnico poseía su técnica particular. Casi todas las grandes obras técnicas son de tipo religioso (templos, catedrales, ...) Salvo algunas de la época del imperio romano (acueductos, calzadas, puentes ...)

La técnica sigue siendo una actividad centrada en el hombre o en la comunidad propia. No hay idea de producción; aunque existen las herramientas y los instrumentos, no hay apenas máquinas. De las dos áreas del concepto de técnica, por un lado el procedimiento y el método, y por otro la realización o el trabajo, estos están casi siempre mezclados. El artesano es a la vez técnico y obrero.

1.1.3.3. Técnica del técnico.

La técnica del técnico surge en el siglo XVI. Esta nueva forma, se deja influenciar por el nuevo Método Científico, que se verá en próximos apartados, y a su vez influye en la forma de hacer ciencia a través del experimento y del instrumento. El número de actos técnicos crece enormemente, y proliferan los inventos, produciéndose la transición del instrumento a la máquina, considerando la máquina como un aparato que actúa por sí mismo con ayuda del hombre, frente al instrumento que es un aparato que sólo sirve de ayuda al hombre para realizar determinados trabajos.

En esta época se produce la separación entre el técnico y el obrero, unidos hasta entonces en la figura del artesano. Esta diferenciación entre ambos conceptos dará lugar a la figura del ingeniero en el siglo XIX. En esta última etapa, se toma conciencia de que existe el concepto de Técnica como tal, como camino para conseguir los propósitos de manera más rápida y mejor.

En la reforma de la naturaleza, la técnica abandona el principio de similitud, por el cual se solucionaban los problemas imitando a la propia naturaleza, y surgen un conjunto de reglas que permiten la organización de una máquina industrial que transforma el entorno a través de operaciones no naturales, sino más bien abstractas. El exponente mayor de la abstracción surgirá más adelante con la informática. Esta tercera fase de la técnica llevará posteriormente al concepto de ingeniería.

1.2. Concepto de ciencia.

Vivimos en un mundo en el que, los fenómenos y los acontecimientos suceden de una forma, en muchos casos, predecible. La posibilidad de que estos fenómenos sean predecibles existe porque todas las cosas suceden, no de forma aleatoria, sino de acuerdo con una serie de normas; aquellas que desde pequeños nos han mostrado como las “Leyes de la Naturaleza”. Vamos a ver, que la ciencia trata de conocer estas leyes, averiguar porqué suceden las cosas así, y si podemos predecirlas de alguna manera.

No hay una definición única de lo que es la ciencia. Por ello aquí, como en el caso de la técnica se recurre al diccionario de la Real Academia Española de la Lengua para obtener una posible definición. Según éste, llamamos actualmente ciencia al

- *“Conocimiento cierto de las cosas por sus principios y causas.”*

A partir de esta definición se pueden sacar varias conclusiones.

Al contrario que la técnica, que transforma la naturaleza para conseguir el bienestar del hombre, la ciencia tiene como objetivo el conocimiento y la explicación de los fenómenos, ya sean naturales o físicos, o sociales. Hasta hace unos años, se les daba el reconocimiento de ciencia, a todas aquellas disciplinas relacionadas con la naturaleza, a las ciencias naturales, como la física, la química, la geología, etc. Pero ya hace un tiempo que otras disciplinas, denominadas humanísticas como la economía, la sociología, etc., vienen exigiendo también su reconocimiento como tales. Esta definición trata de agruparlas a todas, de manera que las ciencias naturales estudian fenómenos de la naturaleza, y las ciencias humanísticas tratan acontecimientos sociales.

Este conocimiento sobre los fenómenos, o los acontecimientos, se adquiere obviamente, a través del estudio de los mismos. Para ello se toman como base verdades obtenidas por inferencias, o deducciones lógicas a partir de observaciones empíricas. Es decir, partimos de observaciones sacadas de la vida real. Con ellas vamos formulando hipótesis lógicas. Aquellas hipótesis que comprobemos que son ciertas, nos servirán de base para construir nuestra teoría sobre las cosas.

Los criterios de certeza y verdad hacen legítimo el esquema inductivo-deductivo del método científico. En posteriores apartados veremos en que consiste el método científico, pero podemos adelantar que básicamente se trata de un procedimiento que parte de las observaciones

de la vida real, busca explicaciones a estas observaciones induciendo leyes generales, o teorías, y siguiendo estas leyes generales pretende aplicarlas a casos concretos para predecir su resultado.

La ciencia está ligada a la investigación y a la especulación, a la explicación sistemática, a la enunciación de leyes generales, y a la ordenación de los saberes. También veremos más adelante, que la ciencia va a construir sus leyes generales a partir de pequeñas proposiciones que se saben ciertas. Esta explicación sistemática, de menos a más, le dará consistencia a la hora de enunciar esas leyes, y permitirá construir toda una teoría ordenada y coherente.

1.2.1. Historia de la ciencia

La ciencia en la antigüedad, servía para explicar de forma razonable los sucesos que acontecían en el mundo. Hasta finales del siglo XIX, la ciencia no estaba afectada por necesidades de orden práctico, aunque las consecuencias que de ellas se deducían eran muy importantes. Para los grandes científicos y filósofos de los siglos anteriores, la ciencia existía como un arte; no como un método de explotar la naturaleza, sino un ejercicio intelectual. El objetivo principal de este arte era descubrir, expandir los campos de conocimiento, y formular leyes a partir de las observaciones y de los datos experimentales, que permitieran predecir nuevos fenómenos, además de explicar lo observado.

El conocimiento del mundo que nos rodea siempre ha sido una preocupación para el hombre. A finales del siglo XVI y comienzos del XVII, Galileo Galilei trazó claramente los límites de la ciencia frente a la teología y la filosofía; disciplinas que hasta entonces se disputaban la verdad sobre el universo. Todo aquello que se pudiera medir pertenecería al campo de la Filosofía y después a la Ciencia, mientras que lo no explicable pertenecería a la Teología

Para Galileo sólo se debían plantear a la ciencia aquellos problemas que pudieran tener una respuesta única, clara, medible y reproducible por medio de la experimentación, dejando fuera la subjetividad del experimentador. Galileo refundió dos tradiciones: por una parte, la tradición experimental de los filósofos presocráticos, y por otra, la argumentación matemática de Pitágoras: “Las leyes de la naturaleza se pueden deducir por puro pensamiento, pues siguen la armonía de los números”.

Entre los siglos XVII y XVIII, Isaac Newton planteó el “Método Científico” como procedimiento de aplicación y desarrollo de la teoría, extendiendo el esquema inductivo-deductivo propuesto por Aristóteles. A partir del establecimiento del Método Científico, la

ciencia tomó su significado actual, añadiendo al concepto de conocimiento, las características de certeza y veracidad.

A finales del siglo XIX, del conocimiento de las ciencias han surgido aplicaciones prácticas. De no haber sido así, la ciencia se hubiera quedado restringida a la especulación del papel del hombre en el universo. De hecho, esta había sido prácticamente la situación hasta el siglo XVII, con la excepción de algunos años de la civilización griega anteriores al año 400 a. de C.

1.2.2. Fases de creación, expansión y consolidación de la ciencia actual.

El proceso de creación, expansión y consolidación de la ciencia ha pasado por tres etapas sucesivas desde el siglo XVII. Estas etapas se suelen denominar: etapa de institucionalización, de profesionalización y de industrialización.

La etapa de institucionalización se propagó durante los siglos XVII y XVIII. En esta etapa, el desarrollo de las ciencias se producía entorno a las universidades, en las academias, y en los laboratorios públicos que nacieron a la sombra de éstas. Los laboratorios adjuntos a las academias proporcionaron el espacio, fuera de las universidades, para las actividades de los investigadores y el desarrollo de las nuevas ideas. Esta institucionalización todavía no implicaba una profesionalización, a pesar de que los miembros de algunas academias eran asalariados. La institucionalización ayudó a promover el papel del científico como investigador.

La investigación científica empezó a alcanzar el reconocimiento de ocupación legal o profesión a principios del siglo XIX, pero es en el siglo XX cuando realmente se establece la investigación como profesión. El proceso de profesionalización llevó consigo el establecimiento de una comunidad científica.

La comunidad científica tiene dos funciones: comunicar y reglamentar. Su responsabilidad es la de divulgar y promover la ciencia. En la investigación básica, se espera que los científicos compartan sus resultados con el resto de la comunidad científica.

La industrialización de la ciencia implica la creación de grandes equipos, y la aplicación de métodos industriales a la actividad científica. La ciencia se vuelve indispensable para la industria, al tiempo que la industria se impone económicamente a la ciencia, forzándola a adoptar

sus intereses. En la era de la ciencia industrializada, las empresas se organizan entorno a una producción basada en la ciencia, y en la innovación técnica.

1.2.3. Requisitos actuales de una ciencia.

Existen un conjunto de características mínimas que debe cumplir una ciencia para ser considerada como tal. Estas son las siguientes:

En primer lugar, la existencia de una teoría. Esta teoría se construye en base a un conjunto sistematizado de principios axiomáticos y de leyes. La sistematización en los principios consiste, principalmente en partir de proposiciones cuya veracidad es indiscutible por sí mismas. Estas proposiciones ciertas son los axiomas, y a partir de ellos se van construyendo otros principios o leyes, y así sucesivamente. Esta sistematización en la construcción de teorías proporciona consistencia a los conocimientos asociados con una ciencia.

El segundo requisito importante es el establecimiento de un método de trabajo. El método es un procedimiento de aplicación y desarrollo de la teoría. Mediante este método, debemos ser capaces de deducir nuevas leyes, comprobar la correspondencia entre estas leyes y las observaciones realizadas, y predecir fenómenos a partir de la teoría completa.

El método de trabajo conlleva un conjunto de instrumentos y técnicas de medida necesarios para la observación de los fenómenos, la experimentación de dichos fenómenos en el laboratorio, y la comprobación de las predicciones que se deducen al aplicar la teoría a casos concretos.

Finalmente, el último trámite necesario para considerar una determinada disciplina como una ciencia es el visto bueno por parte de la comunidad científica. La comunidad científica debe comprobar la consistencia de la teoría propuesta; así como el resto de los requisitos anteriores.

1.2.4. El método científico.

El método científico, cuyo acabado se atribuye a Isaac Newton supuso toda una revolución dentro de el mundo científico. Newton trató de establecer un procedimiento que, partiendo de la observación de un fenómeno pretende llegar a una explicación científica. Aunque el establecimiento de este método se sitúa entorno a los siglos XVII y XVIII, las ideas que lo sustentan son bastante más antiguas.

1.2.4.1. Historia del método científico

Aristóteles (Grecia 384 A de C) fué el primer filósofo que planteó el método inductivo-deductivo como instrumento para obtener explicaciones científicas sobre la naturaleza. Aristóteles consideraba las investigaciones científicas como una progresión de las observaciones hasta los principios generales, para volver a las observaciones.

Según él, el proceso comienza con la observación de los fenómenos. A partir de dichos fenómenos, el científico debe inducir los principios generales que los expliquen, y posteriormente, en base a estos principios generales, se podrían deducir las razones de los fenómenos, y de alguna manera, predecir lo que sucedería aplicando la teoría a un caso concreto; volviendo así de los principios generales a las observaciones.

De este modo, según Aristóteles, la explicación científica es una transición desde el conocimiento de un hecho, hasta el conocimiento de las razones del hecho.

Posteriormente, entre los siglos XVI y XVII se produjo una fuerte polémica sobre si las observaciones de los fenómenos debían imperar sobre los principios generales, o si las generalizaciones recogidas en los principios generales, debían ser más fiables que las deducciones lógicas hechas a partir de los experimentos. Lo primero era defendido por Francis Bacon, que era partidario del empirismo y el método inductivo experimental como forma de descubrir las leyes de la naturaleza.

René Descartes creía que se podría asegurar la certeza de los principios generales, por lo que comenzó a dudar metódicamente de todos los juicios que previamente se han creído verdaderos, con el fin de comprobar si estos principios estaban fuera de duda. Descartes es quien dijo “pienso luego existo”, y pensaba que debía existir un Ente Perfecto, que garantizase la verdad de aquello, que a la mente le pareciera cierto. Esto implicaría, que la existencia de los principios generales sería suficiente para explicar los fenómenos experimentales

Newton, en el siglo XVII, intervino en esta polémica y desarrollo el método inductivo-deductivo de Aristóteles, que serviría como base para el método científico. Para ello partió de la primera teoría completa que él mismo había desarrollado; la mecánica.

Una de las aportaciones de Newton fue exigir la sistematización axiomática de los conocimientos teóricos para que estos se conviertan en teoría científica. En su opinión, un sistema axiomático es un grupo deductivamente organizado de axiomas, definiciones y teoremas. Los axiomas son proposiciones verdades por sí mismas, y que por tanto no se pueden deducir del

resto de las proposiciones del sistema. Los teoremas son consecuencias deductivas de estos axiomas. De estos axiomas se deducen teoremas y leyes particulares que pueden verificarse experimentalmente y predecir acontecimientos empíricos.

Este esquema de trabajo, que había dado excelente resultado con las ciencias físicas, se convirtió además en un modelo para las demás disciplinas que querían denominarse científicas, pero no resolvía problemas fundamentales como por ejemplo, saber cual de dos teorías antagónicas era cierta.

Un ejemplo clásico que nos puede ayudar a comprender el nacimiento del método científico lo constituye el movimiento de los planetas, y las leyes de Kepler. Claudio Tolomeo, a principios del siglo II d de C., fue el creador del sistema geocéntrico, según el cual, la tierra era el centro del universo, y el sol, la luna y los planetas giraban entorno a ella unidos a esferas perfectas y transparentes. Este esquema con la tierra como centro del universo cuadraba muy bien con las creencias religiosas cristianas, por lo que permaneció invariable hasta el Renacimiento.

En 1543, Nicolás Copérnico publicó una hipótesis totalmente contraria, planteando el sistema heliocéntrico, según el cual el sol era el centro del universo, y los astros y planetas se movían formando círculos a su alrededor, siendo la tierra uno más de esos planetas. Aunque ese modelo permitía explicar el movimiento de los planetas tan bien como el de Tolomeo, iba en contra de la doctrina oficial establecida tanto religiosamente, como científicamente hasta entonces. El libro de Copérnico fue censurado e incluido en la lista de libros prohibidos.

Johannes Kepler a finales del siglo XVI, mientras estudiaba en la universidad, conoció los trabajos de Copérnico, y comenzó a hacer cálculos matemáticos para probar el modelo heliocéntrico, pero sus teorías no cuadraban con las observaciones. En ese momento, Kepler se reunió con el mayor genio observador de la época Tycho Brahe, cuyas observaciones y mediciones iban en contra de sus hipótesis y cálculos matemáticos.

Hasta entonces se creía en la perfección cósmica divina; el modelo de los planetas sólo se podía explicar con círculos y esferas. Kepler abandonó esa idea, y mediante un proceso de reflexión llegó a su primera ley del movimiento planetario: “Los planetas se mueven en órbitas elípticas alrededor del sol, que ocupa uno de los focos de la elipse.” Más tarde postuló su segunda: “Los planetas barren áreas iguales en tiempos iguales.” Y su tercera ley: “Los cuadrados de los periodos de los planetas son proporcionales a los cubos de sus distancias medias al sol.”

Estas leyes explicaban perfectamente el movimiento de los planetas y estaban de acuerdo con las observaciones realizadas. Además permitían predecir movimientos futuros de los planetas. Por primera vez, se daba una explicación no mística a los movimientos de los astros.

Kepler trató de encontrar la causa fundamental de este movimiento que atribuyó erróneamente al magnetismo. Sin embargo, fue Newton, 36 años después quien lo consiguió formulando su ley de la gravitación universal. Las tres leyes de Kepler eran empíricas, basadas en las observaciones de Tycho Brahe. Fue Newton quien construyó la teoría científica, completando así el ciclo del método científico.

1.2.4.2. Metodología del Método Científico

El objetivo de las diversas ciencias es distinto, pero todas ellas utilizan un mismo procedimiento de trabajo que es el llamado Método Científico. En este apartado, se verán cuales son las diferentes fases de un trabajo desarrollado de acuerdo a este Método Científico. Este desarrollo se va a acompañar con el ejemplo de una investigación del comportamiento de los gases atribuida a Robert Boyle en el siglo XVII.

A)- Observación en la naturaleza. La primera fase del proceso científico es la observación de los fenómenos que tienen lugar en la naturaleza. Muchos de ellos ocurren con frecuencia a nuestro alrededor y los podemos observar fácilmente. Pero existen también fenómenos que sólo se han podido observar recientemente, gracias a los adelantos científicos y técnicos, ya que requieren instrumentos modernos.

Por ejemplo: si se encierra aire o cualquier otro gas en un recipiente cerrado con una pared deslizante en forma de émbolo, y se ejerce una fuerza exterior que comprima el aire, se puede lograr que el gas, sometido a la presión del émbolo, disminuya mucho de volumen. Robert Boyle había observado esta propiedad de los gases, llamada compresibilidad, y se propuso investigar sobre ella.

B)- Experimentación en el laboratorio. Los científicos llaman experimentar a reproducir en su laboratorio los fenómenos observados, repitiendolos cuantas veces resulte necesario, y procurando realizarlos en las condiciones más adecuadas para estudiar las distintas variables que intervienen en ellos. En esta fase del proceso, el científico realiza minuciosas observaciones, mide las variables que intervienen en el fenómeno y anota cuidadosamente todos los resultados obtenidos.

En nuestro ejemplo, las variables que intervienen son la presión, y el volumen del gas encerrado en el recipiente. Para estudiar este fenómeno, Boyle encerró aire en un tubo de vidrio, lo comprimió ejerciendo presión sobre él, y midió su volumen para diferentes valores de la presión. Con ello su proceso de investigación completaba la segunda fase.

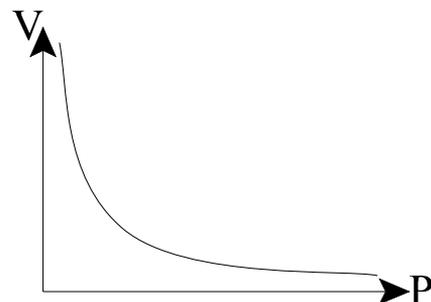
Es importante observar que en la experiencia realizada por Boyle existían otras posibles variables además de la presión y el volumen. Estas podrían ser la masa del aire encerrada en el tubo, o la temperatura. Sin embargo, Boyle en cada una de sus experiencias mantenía fijos sus valores haciendo variar únicamente la presión y el volumen. Así es como se debe proceder en la experimentación de los fenómenos. Sólo se varían los valores de dos de las variables y se mantienen constantes todas las demás. De este modo se puede conocer cual es la influencia mutua entre aquellos valores.

La experiencia de Boyle se puede repetir en distintas condiciones, utilizando por ejemplo diferente cantidad de aire, trabajando a otra temperatura, empleando gases distintos, etc. Pero durante el transcurso de cada experimento sólo se variará la presión y el volumen.

C)- Inducción de leyes a partir de la regularidad en los experimentos. Una ley es un enunciado breve de carácter general sobre las regularidades observadas experimentalmente. La búsqueda de regularidades, es decir algo que se repite regularmente, en los fenómenos es uno de los principales objetivos de la fase experimental del proceso científico.

En nuestro ejemplo, Boyle, estudiando los datos aportados por sus experiencias encontró una regularidad que puede expresarse diciendo: “Para una misma masa de gas, a temperatura constante, el producto de la presión por el volumen permanece constante”. Este enunciado se conoce como la “Ley de Boyle”.

Existen dos tipos de leyes: leyes cualitativas y leyes cuantitativas. Las leyes cualitativas son aquellas en las que no intervienen cantidades medibles y no se pueden expresar mediante expresiones matemáticas. Una ley cualitativa sería por ejemplo: “la tierra atrae a todos los cuerpos.” Las leyes cuantitativas se refieren a cantidades que se pueden medir. Este es el caso de la ley de



Boyle. Estas leyes cuantitativas se pueden expresar de tres formas: (1) mediante un enunciado verbal, como el propuesto anteriormente. (2) mediante una fórmula

matemática, que en nuestro ejemplo sería “ $p \cdot V = cte$ ”. Y (3) mediante una gráfica como la que aparece al margen.

Así, en la ciencia, el conocimiento de las numerosas experiencias concretas o particulares es el punto de partida para llegar a las leyes. Las leyes son conocimientos de carácter general, es decir, que no se refieren a una o varias experiencias concretas de un fenómeno sino a todas. Al pensamiento que lleva desde lo concreto a lo general se le llama inducción.

D)- Formulación de hipótesis y teorías buscando el porqué. El objetivo de la investigación no es únicamente descubrir las leyes que rigen los fenómenos naturales, es decir, alcanzar un perfecto conocimiento de cómo son estos fenómenos; se pretende además averiguar sus causas. A la explicación que la ciencia propone para establecer las causas de las regularidades observadas en un conjunto de fenómenos se le llama una teoría.

Las teorías científicas están formadas por cierto número de afirmaciones o postulados, que explican todas las leyes relativas a un conjunto de fenómenos observados en la naturaleza. Así, la ley de Boyle, junto con otras leyes acerca del comportamiento de los gases, se explican mediante la llamada teoría cinético molecular de los gases. Algunos de los postulados de esta teoría son: “Los gases están formados por un gran número de partículas en constante movimiento.” o “La presión que ejerce un gas se debe a los choques de sus partículas contra las paredes del recipiente que lo contiene”. A partir de esta teoría puede justificarse la Ley de Boyle.

Es frecuente descubrir en la historia de la ciencia, hechos experimentales que no se pueden explicar mediante las teorías aceptadas hasta entonces. Estos descubrimientos ponen en duda la validez de dichas teorías. En este caso, puede ocurrir que se retoque o se amplíe esta teoría, de forma que explique también este nuevo hecho descubierto experimentalmente; o si lo anterior no es posible, se rechaza la teoría existente y se sustituye por otra.

Los principales criterios para juzgar lo buena que es una teoría pueden ser los siguientes: Que explique el mayor número de casos de la forma más sencilla posible; que promueva el avance científico sugiriendo nuevas investigaciones y permitiendo hacer predicciones que se puedan probar posteriormente; y siendo lo suficientemente flexible para poder completarse o modificarse conforme vayan apareciendo nuevos descubrimientos que lo hagan necesario.

E)- Deducción comprobando la ley formulada con un caso concreto. Cuando, para resolver un problema empleamos una ley formulada anteriormente, estamos utilizando una ley general para predecir lo que sucede en un caso concreto. Es muy importante, en estos casos, tener en cuenta que las leyes sólo se pueden aplicar dentro de los límites y en las condiciones en que se han experimentado para obtenerlas.

Así, por ejemplo, la ley de Boyle, no se podría aplicar para presiones mucho más altas que las utilizadas en las experiencias que permitieron inducir dicha ley. Al aplicar una ley estamos pasando de lo general a lo particular. A este proceso se le llama deducción. Este es el caso contrario de la inducción. La inducción es el proceso propio de la investigación pura, y la deducción es el proceso propio de la ciencia aplicada, o de la técnica.

1.2.5. Valores y normas de la actividad científica.

La actividad científica debe poseer un conjunto de valores y normas, que son asumidos en diverso grado por el científico, y que moldean su conciencia científica. Desde el siglo XVII se han establecido cuatro conjuntos de imperativos institucionales.

A)- El universalismo. Cualquier verdad científica, independientemente de su fuente, debe estar sometida a criterios impersonales y objetivos. La ciencia no puede depender de atributos personales ni sociales: raza, religión, clase social, etc.

B)- El comunalismo. Los hallazgos de la ciencia son un producto de la colaboración social y pertenecen a toda la comunidad científica. Sólo se reconoce el derecho de propiedad intelectual, entendido como reconocimiento del descubrimiento o aportación del científico.

C)- Desinterés. Se atribuye al científico una pasión por el conocimiento y una ociosa curiosidad, lejos de todo interés material.

D)- Escepticismo. Todo puede ser puesto en entredicho, hasta que criterios empíricos y lógicos de otros miembros de la comunidad científica confirmen la aportación realizada.

Si discutiéramos sobre la vigencia actual de estos valores, seguramente concluiríamos que no son aplicables, sobre todo, el B y el C, ya que la actividad científica actual está demasiado sometida a los intereses productivos de las industrias y de los estados.

Un ejemplo claro de esto lo hemos tenido en el año 2.000 con la transcripción del genoma humano. Una información tan importante para la humanidad como esta, debería estar al alcance de todo el mundo. Sin embargo este descubrimiento se realizó utilizando capital y recursos privados, y la empresa que lo llevó a cabo pretendió conservar no sólo la propiedad intelectual, sino también los derechos de explotación, con lo que se rentabilizaría su inversión.

Tuvieron que intervenir en el conflicto varios estados para mediante negociación conseguir que esta información fuera accesible para todo el mundo, y no quedara en manos particulares.

1.3. Concepto de tecnología.

El significado de la palabra tecnología, no es tan intuitivo como el de ciencia o técnica vistos anteriormente. En el caso de la ciencia y la técnica, tenemos como referencia la imagen de los científicos y los técnicos como personas que ejercen estas disciplinas, y que nos permiten tener una idea más aproximada de lo que implican estos conceptos. Pero en este aspecto, no se tiene un concepto claro de lo que sería un tecnólogo como persona que trabaja en la tecnología.

El concepto de tecnología tal y como lo conocemos en la actualidad comenzó a establecerse a finales del siglo XVIII. En 1777, un profesor de economía de la Universidad de Gotinga (Alemania) llamado Johann Beckmann publicó “Instrucción sobre tecnología” en el que la describe como “una curiosa unión de una rica sabiduría y un conocimiento técnico.” En esta primera definición moderna se unen dos conceptos. Por un lado, el conocimiento científico, y por otro las habilidades técnicas.

Según la Real Academia Española de la Lengua, la tecnología se define como:

- *“Conjunto de conocimientos propios de un oficio o arte industrial.”*
- *“Conjunto de instrumentos y procesos industriales de un determinado sector o producto.”*

También aquí se hace referencia a conocimientos y a técnicas asociadas a los procesos industriales.

En la actualidad, según los nuevos modelos de industrias que existen, se está reconsiderando el significado científico-industrial de la tecnología, comprendiendo actualmente tres ámbitos: el ámbito científico-técnico, el ámbito organizativo, y el ámbito social y cultural. El ámbito científico-técnico es el más considerado actualmente, como el tecnológico. Pero sólo cuando se le añaden a éste los ámbitos que hacen referencia a la actividad económica y social, y al mundo cultural, llegamos a la definición de Tecnología en su sentido más amplio. Dependiendo de que ámbito de los anteriores destaque más, tendremos al Ingeniero, al Economista o al Sociólogo.

1.3.1. Relación entre técnica y tecnología

Da la impresión que la palabra tecnología es una palabra más culta, o más científica que la palabra técnica, y que le añade conocimientos más elevados o más especializados. Por otro lado, también parece que al hablar de tecnología nos estamos refiriendo a procesos industriales complejos, en los que se manejan instrumentos y máquinas, además de teorías más complejas, técnicas más sofisticadas y materiales específicos.

La técnica y tecnología comparten el dominio de los conocimientos técnicos, pero ambas están orientadas de distinta manera. Si comparamos las definiciones que nos ofrece el Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua, la tecnología se relaciona con los “conocimientos propios de un oficio o arte industrial”, mientras que la técnica implica “procedimientos y recursos de que se sirve una ciencia o arte.”

La tecnología se concibe como el estudio de los equipos e instrumentos en cuanto a tales, mientras que la técnica los contempla en cuanto a que cumplen una función. La tecnología, desde otra perspectiva se refiere a la teoría, experimentación e investigación de la técnica, con independencia de las funciones concretas. La técnica sin embargo se centra en la operatividad.

La tecnología como concepto, es más amplio que el de la técnica. La tecnología hace de sustrato del que pueden derivar muchas técnicas. Por ejemplo, al hablar de la tecnología del láser, nos referimos a los principios científicos que describen la naturaleza, funcionamiento y propiedades de los láseres y sus aplicaciones. Cuando nos referimos a los procedimientos de uso práctico de los láseres para aplicaciones concretas, estaremos hablando de técnicas, como por ejemplo, técnicas de corte por láser, técnicas de lectura o impresión digital por láser, técnicas de medida por láser, etc. De la misma manera podemos hablar de la tecnología digital, y de sus aplicaciones en informática, en sonido, en imagen etc.

1.3.2. Historia de la tecnología

El uso de la palabra tecnología es reciente, pues aunque al final de la Edad Antigua se entendía la tecnología como una “ciencia tratada según las normas del arte”, no es hasta finales del siglo XVIII cuando se empieza a utilizar en un sentido parecido al que le damos en la actualidad.

Los griegos reflexionaban de una forma parecida a la que podríamos calificar de tecnológica en sentido moderno. De acuerdo con el desarrollo de la ciencia en aquella época, concibieron el amplio campo de la tecnología de una forma teórica basada en los conocimientos, dedicando una menor atención e incluso menospreciando la técnica.

La posición de los romanos ante la tecnología es totalmente contraria a la de los griegos. Los romanos tenían mucho más desarrollado el sentido de lo práctico, por ello desarrollaron muchas obras técnicas. Roma, además, contaba con abundante mano de obra esclava. Por ello, y por su afán imperialista nos legó grandes construcciones civiles de utilidad pública. No obstante, su escaso interés por los conocimientos hizo que aprovecharan más bien poco los recursos de los que disponían.

Durante la Edad Media también se desarrollan y difunden instrumentos, máquinas, y obras técnicas, pero la ciencia experimental cuenta con pocos pensadores y precursores. Podríamos decir que había mucha técnica pero poca ciencia. Habrá que esperar al nacimiento de la nueva ciencia, durante los siglos XVI y XVII, y a los comienzos de la Revolución Industrial para que empiece a surgir el significado actual de tecnología.

El término tecnología, como se ha mencionado con anterioridad, fue acuñado en 1777 por Johann Beckmann; un profesor de economía de la Universidad de Gotinga en Alemania. Beckmann, en su “instrucción sobre tecnología” la calificó de “una curiosa unión de una rica sabiduría y un conocimiento técnico”. Este concepto se propaga con rapidez por Alemania, y en 1781 Franz Johann Hermann comienza a enseñar tecnología en la Universidad de Viena. Allí desarrolla una asignatura llamada “Sobre la introducción a la tecnología, o sobre la ciencia de los oficios, artes, manufacturas y fábricas”, intentando establecer el estudio de la tecnología en la universidad.

En 1785, Johann Gottlieb Cunradi, en su tratado “Introducción al estudio de la tecnología o descripción corta y comprensible de las diferentes artes y oficios“ describió lo provechoso de ta tecnología para los jóvenes:

- Viendo a los artesanos que trabajan, aprenden que no sólo para las ciencias se requieren inteligencia y reflexión.
- Se les previene contra un posible desprecio hacia los artesanos.
- Se acostumbran a reflexionar sobre las cosas de la vida ordinaria.
- Por medio de los conocimientos elementales que reúnen durante la juventud, ponen los cimientos para la posterior profundización en estas cosas, y se les inclina así a mejorar lo existente o a descubrir algo nuevo por medio de la reflexión o la investigación.

Vemos así que la reflexión, el conocimiento, la innovación y la realización técnica se unen en la tecnología.

Por su parte, George Fiedrich von Lamprech, profesor en la Universidad de Halle en 1787 describe la tecnología como “aquella ciencia que enseña los fundamentos y medios según los cuales, y por medio de los cuales, todos aquellos elementos naturales, que tal y como nos los da la naturaleza no tienen ninguna utilidad, o sólo una aplicación muy limitada, se elaboran lo mejor posible, y se les hace aptos para satisfacer las necesidades humanas.”

Este concepto actual de tecnología que nació con un sentido de “ciencia de la industria” y está muy ligado a la economía y a la sociedad, pierde este sentido amplio en Alemania y en Francia en el siglo XIX. Esto se debió al desarrollo de las diversas ramas de las ciencias experimentales, como la física, la química, la biología, etc.; al crecimiento y especialización creciente de las actividades industriales; a la pujanza de los recientes cuerpos de ingenieros civiles; y a la aparición de la economía y la sociología como disciplinas diferenciadas. Esto rompe la unión entre la ciencia la técnica, la economía y la sociedad, y relega el concepto de tecnología cobrando importancia las enseñanzas técnicas concretas y las escuelas de ingeniería: minas, industriales, caminos, etc.

Sólo queda el concepto de tecnología en Inglaterra y Estados Unidos, donde sigue siendo una ciencia general de la industria. Karl Marx, filósofo, político y economista alemán, defendió la tecnología en contra de la educación técnica profesional. Marx defendió una enseñanza tecnológica que incluya conocimientos económicos políticos y técnicos. Hace más de cien años, Marx pensaba que la tecnología era un factor importante en el cambio social, y consideró que la formación tecnológica era fundamental para el progreso.

1.3.3. La tecnología en la actualidad.

En la actualidad, la tecnología se puede interpretar como la suma de las técnicas y del conocimiento científico, sobretodo aplicados a los procesos industriales (diseño, fabricación, producción, etc), a las formas de organización de la industria y del comercio; y también. ligada a los valores culturales y sociales. Pero el concepto de industria ha cambiado en los últimos años.

La industria, las fábricas han estado ligadas siempre a lo material, al “Hardware”. Pero, aunque siguen y seguirán existiendo estas fábricas con una actividad económica grande, cada vez tienen más importancia las industrias de lo inmaterial, del “Software”. Actualmente, el término industria y proceso industrial hay que ampliarlo a las empresas y organizaciones del sector servicios, incluyendo las dedicadas a la información.

El sector de las Tecnologías de la Información, informática, electrónica y telecomunicaciones, lleva camino de convertirse en el primero en cuanto a actividad económica, por delante de otros sectores tradicionalmente más potentes, como el automóvil, o la energía. La actividad científica y empresarial en este sector es muy importante y cada vez mayor; aumentando también su influencia sobre casi todos los ámbitos de la actividad humana.

Por otra parte, en el polo negativo de la tecnología, su uso indiscriminado puede tener, y de hecho ha tenido consecuencias desastrosas; podemos recordar, sin ir más lejos los problemas sociales surgidos por la revolución industrial, o los problemas actuales de contaminación, diferencias sociales, etc. Esto ha hecho que, actualmente se preste una mayor atención a la planificación de la tecnología y a su relación con el entorno social; nivel y calidad de vida, medio ambiente, valores y costumbres, etc.

1.4. Concepto de ingeniería

El concepto de ingeniería es muy amplio, y está lleno de muchos matices, muy diferentes. Por eso, el encontrar una definición sencilla pero completa se antoja una labor complicada. Una definición válida no debe ser muy general, para no caer en la abstracción, y correr el riesgo de no identificar la labor diaria de los ingenieros. Además tampoco puede ser demasiado concreta, ya que surgirían varias definiciones diferentes, y probablemente contrapuestas entre sí.

En este apartado, partiremos de la definición de la ingeniería que hace el diccionario de la Real Academia Española de la Lengua, para después ir dibujando otras características de la labor de los ingenieros que complementen esta definición.

El Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua define la ingeniería como:

”Conjunto de conocimientos y técnicas, que permiten aplicar el saber científico a la utilización de la materia y las fuentes de energía, mediante invenciones o construcciones útiles para el hombre.”

Ésta es una definición válida pero muy general. Hay que profundizar mucho en el significado de cada término de la expresión para identificar con precisión el trabajo habitual de los ingenieros.

Esta definición habla de conocimientos y técnicas, relacionando la ingeniería con una ciencia experimental. El ingeniero debe conocer los principios y métodos científicos generales, y aquellos conocimientos y técnicas particulares de su especialidad, para trasladar esos conocimientos a desarrollar aplicaciones concretas. La labor del ingeniero no es producir más conocimiento científico, sino comprenderlo y aplicarlo a través de la innovación de tres formas posibles: a obtener nuevos productos, a mejorar los existentes, o a reducir su coste de producción.

Un ejemplo nos permite ver donde acaba la ciencia y empieza la ingeniería. Científicos como Hans Christian Oersted (1777-1851) y André Marie Ampère (1775-1836) establecieron las bases del electromagnetismo, y Michael Faraday (1791- 1867) descubrió la inducción electromagnética. Sin embargo, Estos no se dedicaron a la explotación comercial de sus descubrimientos, a pesar de la enorme importancia que tenían, y de que con su aplicación se podría producir electricidad en cantidades mucho mayores a las que se podrían obtener a través de los sistemas disponibles hasta entonces.

Mientras los científicos se dedicaron a perfeccionar los principios, otros hombres prácticos como Werner von Siemens (1816-1892) y Thomas Alva Edison (1847-1931), comenzaron a ensayar y aplicar este principio a la invención de máquinas que generaran electricidad en mayor cantidad, y de forma más barata.

A Siemens se le considera el inventor de la dinamo, una máquina electromecánica que transforma el trabajo mecánico en energía eléctrica y viceversa. Siemens fundó una empresa que fabricó dinamos, locomotoras, tranvías, etc. Actualmente es una de las grandes empresas

europas en el campo de la electricidad, la electrónica, las telecomunicaciones, la biomedicina y la informática.

Edison fue un telegrafista que dedicaba su tiempo libre a la investigación. Además de aparatos telegráficos y del fonógrafo, mediante el cual se podía grabar el sonido en un cilindro de papel estaño, Edison mejoró la dinamo de Siemens y la patentó en 1879. Esta dinamo, la utilizó para alimentar también sus primeras lámparas incandescentes. Edison también fundó una empresa para producir y comercializar sus inventos, la Edison Electric Light Company. Como estos, existen muchos más ejemplos de aplicación de conocimientos científicos a la producción de bienes y servicios.

Esta definición destaca la utilización de las materias primas y las fuentes de energía. Una de las tareas más propias del ingeniero, va a ser el recoger una serie de recursos que le ofrece la naturaleza, y que por sí mismos no tienen ninguna aplicación práctica, para transformarlos con el fin de darles una aplicación práctica. Estos recursos serán los materiales con los que elaborará sus ingenios, o los productos energéticos que permitirán ponerlos en funcionamiento.

Existen otras tareas, que no aparecen en esta definición, ya que no implican la construcción de máquinas ni de estructuras, ni el diseño de nada novedoso, y sin embargo, también han pasado a ser funciones típicas de los ingenieros de nuestros días. Actualmente, algunos ingenieros desarrollan su labor en tareas de gestión y planificación de recursos, en la administración de servicios de tipo técnico, o en la organización y dirección de empresas. Todas estas tareas, en las empresas de tipo tecnológico, como industrias, empresas de telecomunicación, etc están pasando a manos de los ingenieros, debido a que tienen un mayor dominio de la tecnología, respecto de otros profesionales, más orientados hacia temas exclusivamente económicos. Esta labor de organización y administración de las empresas conlleva la consideración de los aspectos económico y social, relacionados con el desarrollo de la actividad empresarial.

1.4.1. La labor del ingeniero

Probablemente, un recorrido por el trabajo que realizan los ingenieros habitualmente nos ayude a comprender con mayor precisión el concepto general de ingeniería. En primer lugar, hemos de distinguir la existencia de dos clases diferentes de ingenieros: Por una parte, están los que lo son por su formación académica y su titulación; así tenemos ingenieros de caminos, ingenieros de telecomunicación, ingenieros industriales, etc.

Por otra parte, están aquellos que se les llama ingenieros por la actividad laboral que desarrollan en sus trabajos, pero que pueden ser o no ingenieros titulados. Así tenemos por ejemplo los ingenieros de soporte técnico, que se encargan del servicio post-venta al cliente, y que no tienen por que ser titulados, sino que pueden ser técnicos especialistas con una cierta experiencia. También existen los ingenieros de producto, o ingenieros de ventas, que pueden ser comerciales con unos conocimientos técnicos suficientes para desarrollar su labor.

Dentro de los ingenieros titulados, lo primero que trataremos serán los objetivos generales que persigue el trabajo en ingeniería, y las características propias de este trabajo. Posteriormente, nos centraremos en los conocimientos que debe poseer un ingeniero para ser considerado como tal y para desarrollar su trabajo correctamente. Estos conocimientos se adquieren en su mayor parte durante la carrera universitaria, y se van ampliando poco a poco durante la vida profesional.

Los últimos puntos de este apartado contemplan las características y valores humanos de los ingenieros. Estas características y valores no se pueden aprender en los libros, sino que se deben desarrollar a lo largo de la vida del individuo. El hecho de ser ingeniero no supone la posesión de estas características, pero a la inversa, la posesión o no de estas características, pueden hacer que uno sea considerado mejor o peor ingeniero.

1.4.1.1. Objetivos de la ingeniería

En la definición de la ingeniería dada al principio del tema aparece la idea de “utilidad para el hombre”. Dentro de esta idea aparecen dos conceptos separados que son: la resolución de las necesidades, y la consecución del bienestar.

Por una parte, existen un conjunto de necesidades primarias o básicas que son vitales para la supervivencia. Ante el frío, si la naturaleza no le presta los medios necesarios, el hombre tiene que hacer algo, abrigarse, hacer fuego, construir una casa, etc., para combatir esa necesidad. Ante el hambre, el acto natural es comer y el acto técnico elemental es sembrar para obtener una cosecha.

La ingeniería surge en el momento que se decide optimizar el rendimiento de su explotación, por medio de sistemas que le permitan obtener una mejor cosecha. El hombre trata de obtener alimentos de una forma más cómoda y óptima, una vez que tiene resuelta su necesidad básica, y a la vez trata de obtener por el comercio otros bienes o productos que le permitan aumentar su bienestar; su calidad de vida. De acuerdo con esto, la ingeniería es una actividad tan antigua como el hombre mismo.

Otro ejemplo podría ser la necesidad del hombre de desplazarse de forma rápida, cómoda y segura. El motivo del desplazamiento puede ser desde la necesidad de buscar algo en un lugar distante, y que no tiene, como comida, trabajo, ocio, etc. o descubrir y conquistar nuevas tierras, etc. Para resolver esta necesidad el hombre ha ido creando y perfeccionando diversos sistemas de transporte por tierra, por agua y por aire.

En casi todas las civilizaciones encontramos leyendas sobre el afán constante del hombre por volar. A la necesidad material de desplazarse, se unía la necesidad de triunfar sobre la naturaleza. En muy pocos años, desde los primeros aviones de los hermanos Wright a comienzos del siglo XX hemos llegado a los reactores actuales. En este contexto, surge el ejemplo del Concorde, un importante proyecto franco-británico de ingeniería que para unos es un triunfo de la ingeniería mientras que para otros ha sido un despilfarro injustificable.

El Concorde resolvía el problema de reducir significativamente el tiempo de vuelo en viajes intercontinentales. De las 7 horas que tarda un DC-10 de París a Nueva York, el Concorde invierte sólo 5. Pero para analizar completamente el problema, además del tiempo empleado en el viaje, habría que considerar los tiempos necesarios en tierra para el desplazamiento al aeropuerto, la facturación, las aduanas, la recogida del equipaje, etc.

Si el propósito hubiera sido reducir la duración total del viaje, habría al menos dos soluciones: una puramente técnica, como construir el Concorde y reducir el tiempo de vuelo; y la otra, técnica y humana a la vez, que consiste en reducir el tiempo perdido en tierra. Se eligió la primera por razones de prestigio nacional de Francia y Gran Bretaña, que querían demostrar que sus industrias aeroespaciales eran capaces de superar a las de Estados Unidos.

El resultado ha sido ganar dos horas de viaje con un avión que plantea una serie de problemas de ruido y contaminación, que no puede aterrizar en todos los aeropuertos, y que económicamente es mucho más caro que un “jet privado”. El Concorde supone un déficit para la compañía Air France que es pagado por el gobierno francés, a pesar de los casi 2 millones de pesetas que cuesta cada pasaje Europa-América en el año 2000. Probablemente, a las razones de seguridad argumentadas por los gobiernos francés e inglés a raíz del último accidente ocurrido en París, ayudaron de alguna manera las razones económicas para su retirada provisional, y posteriormente definitiva.

Otro aspecto a valorar también es el número de pasajeros que es capaz de transportar. Mientras que un Concorde es capaz de transportar menos de 150 personas, otros aviones como el DC-10 superan las 550 con lo que cada viaje del DC-10 supondría más de tres viajes del Concorde en número de pasajeros.

Parece que la única necesidad que resuelve es la del prestigio nacional. Quizá haya sido una buena razón desde el punto de vista político o industrial, pero no desde el punto de vista ingenieril. Como este existen muchos otros proyectos o inventos cuya necesidad no parece evidente, y que pueden haber sido creados por motivos comerciales o políticos.

1.4.1.2. Características del trabajo del ingeniero

En este apartado, se pretende repasar todos aquellos aspectos que componen la labor habitual de un ingeniero. La mayoría de las características que aparecen en este apartado se derivan directamente de la definición de ingeniería, ya que se relacionan con el trabajo propio del ingeniero. Otras sin embargo, sólo aparecen de forma indirecta, ya que están asociadas más con la forma de trabajar que con el trabajo en sí.

La primera característica del trabajo del ingeniero que nos podemos encontrar, es la aplicación de los conocimientos científico-técnicos. De esta característica se debe destacar, que para el ingeniero no es suficiente con poseer unos conocimientos científico-técnicos generales, sino que, la necesidad de aplicarlos implica algo más que el mero conocimiento; implica un dominio lo más amplio posible de los conceptos involucrados en su trabajo. Tenemos que considerar, que esta aplicación de los conocimientos conlleva una interrelación entre los conceptos; interrelación que no será posible resolver por el ingeniero, sino mediante el dominio de todos los aspectos fundamentales de dichos conceptos.

La ingeniería es una labor creativa, puesto que la resolución de problemas y la mejora constate requiere de ideas nuevas

Una gran parte de los ingenieros se dedican a la invención, desarrollo y producción de bienes y servicios. Los bienes se refieren a elementos materiales, como un aparato de telefonía móvil, un televisor, o un puente, mientras que los servicios hacen referencia a cosas inmateriales como podrían ser, el ofrecer canales de comunicación entre los usuarios vía teléfono, o entre las emisoras de televisión y los usuarios.

Puede verse que los términos invención, desarrollo y producción abarcan toda la cadena de sucesos desde la concepción de un producto, ya sea material o inmaterial, hasta su salida al mercado. Todo este proceso parte de una idea inicial, que puede ser la necesidad de obtener un nuevo producto, la mejora de un producto ya existente, o la forma de hacerlo más económico. A raíz de esta idea inicial, si el producto es de elaboración única, como un avión, un barco, un puente, una carretera, o cualquier otra obra pública, se pasa directamente a su construcción.

En el caso de productos a fabricar de forma masiva, se hace un análisis de su repercusión en la sociedad, estudiando la aceptación del producto, y en definitiva lo rentable que sería su puesta en marcha. Posteriormente se pasa a la fase de desarrollo, en la que se diseñan distintos prototipos de los aparatos, o estructuras a utilizar. Con estos prototipos se estudia su viabilidad técnica y económica, es decir, si la técnica actual es capaz de resolver el problema, y si su resolución tiene un precio razonable, respecto a lo que los futuros compradores estarían dispuestos a pagar. También es importante en la fase de desarrollo definir con precisión las propiedades que tendrá el nuevo producto, de forma que se pueda predecir su funcionamiento en condiciones normales de trabajo

Una vez definidos todos los detalles del producto se pasa a la producción industrial masiva y a la comercialización.

Otra característica que se deriva del concepto de ingeniería es la transformación y organización de los recursos naturales con el fin, como se ha visto antes, de darles una aplicación práctica. En este aspecto, la definición parece más aplicable al ingeniero que se dedica a producir cosas materiales. Como ejemplos de esto, están los ingenieros navales o aeronáuticos, que construyen máquinas mediante metales o maderas, y que transforman y usan energías naturales, como el viento, el carbón, el petróleo, etc, para dotar al hombre de un medio de transporte, o al ingeniero de caminos, canales y puertos que construyen carreteras, o presas para regular los cauces del río y suministrar servicios de riego, agua potable, o electricidad que pueden ayudar al hombre a aumentar sus cosechas, beber o alumbrarse y enchufar el televisor o el ordenador.

En esta definición resulta más difícil ver incluido al ingeniero de diseño, que se pasa las horas delante del ordenador, y que mediante una aplicación software, desarrolla un prototipo para su fabricación en grandes series. Un ejemplo de esto es un ingeniero electrónico que diseña un circuito integrado. Aunque este circuito integrado, finalmente, se fabricará transformando la materia prima, el semiconductor, y que por medio de una fuente de energía, la electricidad, podrá aplicarse en un teléfono móvil que permita comunicarse instantáneamente a dos personas situadas en dos puntos muy alejados entre sí.

Dentro de la labor del ingeniero, una tarea que está teniendo cada vez más importancia, y que no aparece directamente en la definición de ingeniería, es el aseguramiento de la calidad. Actualmente, los usuarios están demandando con mucha fuerza, que los productos que compran tengan un acabado perfecto, y que no tengan problemas de funcionamiento durante un periodo de tiempo razonable. Este aseguramiento de la calidad debe contemplarse desde la fase de diseño del primer prototipo, hasta el momento de la fabricación masiva.

Durante el diseño deben establecerse con precisión los márgenes de funcionamiento de cada pieza que compone el producto, con el fin de asegurar que posibles pequeñas variaciones en estas, que siempre están presentes, no produzcan fallos de funcionamiento del producto completo. Además, también en la fase de diseño, se deben establecer los procedimientos de análisis de dichos márgenes de funcionamiento durante el proceso de fabricación. Estos análisis realizados durante el proceso de fabricación pretenden detectar, la existencia de piezas defectuosas, con medidas fuera de los márgenes establecidos, con el fin de retirarlas lo antes que sea posible.

Hay que considerar que la existencia de piezas con defecto tiene muchos inconvenientes: claramente, la fabricación de piezas defectuosas es una pérdida de dinero y tiempo; debe detectarse a tiempo, el que una máquina esté produciendo piezas defectuosas, generalmente esto puede resolverse en un corto plazo ajustando la máquina que las produce, volviendo de nuevo a la normalidad y minimizando la cantidad de piezas mal elaboradas; Si las piezas defectuosas llegan a la fase de montaje, probablemente el producto acabado no funcione, y haya que repararlo para poder venderlo, con la consiguiente pérdida de dinero por el trabajo perdido. También es posible que el producto montado funcione en un primer momento, pero se le estropee al cliente pocos días después de su adquisición, lo que supone una pérdida de prestigio de la empresa, y un descenso en las ventas a medio o largo plazo.

En la definición de ingeniería tampoco se hace alusión a otra característica fundamental en el ambiente competitivo en que se desarrolla el trabajo del ingeniero. Esta característica, la hemos nombrado anteriormente y es la optimización económica y social de la actividad. Además de resolver los problemas de la forma técnicamente mejor, el ingeniero debe contemplar los aspectos económicos y sociales que conllevan sus decisiones.

Como ejemplo, dos televisores con las mismas prestaciones y que funcionan exactamente igual, pero que el coste de uno es la mitad del otro, demuestran que, en alguna de las fases de los procesos que han llevado desde su diseño a su fabricación y venta en el mercado, no se han tenido en cuenta criterios de optimización económica. Estos criterios de optimización económica son de una importancia vital en un mercado como el actual guiado por la competitividad.

Normalmente, el ingeniero, suele tener muy en cuenta los factores técnicos y económicos a la hora de tomar sus decisiones o resolver un problema, pero con frecuencia olvida o desprecia los factores sociales. Generalmente, se hacen estudios técnicos y análisis en detalle de los costes de producción y explotación, pero apenas se dedican esfuerzos a estudiar la incidencia social del nuevo producto o sistema.

Los grandes desastres ecológicos producidos por el uso irracional de la tecnología han provocado que grupos o instituciones que abogan por el uso adecuado de la técnica y por la consideración de los efectos sociales y ecológicos vayan cogiendo cada vez más fuerza. Por su parte los ingenieros deben tener en cuenta las consecuencias sociales de su trabajo desde el planteamiento hasta la solución de los problemas. El ingeniero no sólo debe procurar el bien propio sino también el de los demás.

1.4.1.3. Conocimientos del ingeniero

En este apartado se van a enumerar todos aquellos conocimientos generales que debe poseer un ingeniero. Estos conocimientos serán necesarios como consecuencia de lo que será su trabajo a lo largo de su vida laboral.

En primer lugar, son fundamentales conocimientos sobre ciencias básicas, como son generalmente matemáticas y física, y en algunos casos química, geología, etc. El conocimiento de estas disciplinas servirán de soporte para las tecnologías propias del trabajo a desarrollar. Para resolver la mayoría de los problemas de cualquier ingeniería, las matemáticas son necesarias. Los conocimientos en física también son cruciales en muchos ámbitos de la ingeniería. Finalmente, dependiendo de la especialidad de la ingeniería escogida, se necesitan otras materias. Por ejemplo, en ingeniería industrial es muy importante la química, y en ingeniería de caminos, puede serlo la geología.

Profundizando más en los conocimientos necesarios para el ingeniero, tenemos que considerar las tecnologías específicas de la especialidad de que se trate. Una tecnología que ha pasado a ser necesaria en todos los ámbitos de la ingeniería es la informática. En algunas ramas de la ingeniería, la informática se necesita sólo a nivel de usuario. El ingeniero utiliza aplicaciones estándar de ordenador como simples herramientas en las que escribirá sus informes, dibujará sus planos, realizará sus cálculos, o se comunicará con empresas o clientes a través de internet. Otros ingenieros, en cambio, serán los encargados de implementar aplicaciones informáticas, o desarrollar periféricos electrónicos, que conectados al ordenador realicen funciones concretas. Estos ingenieros suelen ser de telecomunicación, informática o industriales.

Otras tecnologías específicas dependen de la rama de la ingeniería. Por ejemplo, para un ingeniero de telecomunicación, son necesarios conocimientos de electrónica; en la actualidad, también son cada vez más utilizados los sistemas digitales, con lo que es muy importante dominar, más que conocer, la tecnología digital y las consecuencias que de ella se derivan, como por ejemplo las aplicaciones; otras tecnologías importantes son las asociadas con las

comunicaciones, bien sean por cable, por radio, etc. Si concretamos más en la especialización en sonido e imagen, las tecnologías de tratamiento de señales e imágenes también son muy importantes.

El ingeniero también debe aprender técnicas instrumentales, que le serán necesarias para el manejo de aparatos. Generalmente, el ingeniero en su trabajo debe ayudarse de instrumentos que le facilitan la toma de medidas, y de máquinas que realizan trabajos con mayor rapidez y calidad, que las manos humanas por muy especializadas que sean. Existen instrumentos que deben aprenderse desde la base del conocimiento en la carrera. En el caso de las telecomunicaciones es fundamental el saber tomar medidas eléctricas a través de un polímetro, o un osciloscopio, así como generar señales eléctricas mediante generadores de funciones, etc. En el caso de la especialidad de sonido e imagen, el manejo de los instrumentos que componen un estudio de radio o televisión son necesarios para el trabajo del profesional.

Una de las actividades más propias de los ingenieros es la ejecución de proyectos, y el diseño de máquinas. En esta tarea, no sólo hay que contemplar la viabilidad técnica de dicha ejecución, sino que también hay que considerar los aspectos económicos relacionados con ella; coste de la ejecución, tiempo de funcionamiento, y rendimientos que se pueden obtener con este proyecto, etc. Por ello, una parte de la formación del ingeniero se dedica a conseguir unos conocimientos económicos básicos. No se necesitan grandes conocimientos, pero sí los suficientes como para confeccionar un presupuesto de elaboración del proyecto, o para calcular su periodo de amortización, es decir, el periodo de tiempo necesario para recuperar la inversión económica realizada.

Como se ha comentado anteriormente, cada vez es más importante el conocimiento por parte del ingeniero de las repercusiones sociales que conlleva la elaboración de un proyecto; impacto ambiental, relaciones con el empleo de las personas, etc. Por otra parte, el ingeniero puede tener responsabilidades sobre un grupo de trabajadores, y en ocasiones, también debe relacionarse con sus clientes para convencerles de las ventajas e inconvenientes de una determinada solución a sus problemas. Por ello, unas nociones básicas sobre relaciones sociales y trato con las personas son muy prácticas.

1.4.1.4. Capacidades del ingeniero

En el apartado anterior hemos abordado aquellos conocimientos que el ingeniero aprende, por regla general, durante su formación académica; aunque también los desarrolla durante su vida profesional. Ahora vamos a considerar aquellas capacidades o habilidades que no se aprenden en la universidad sino que es necesario cultivar poco a poco.

La primera de estas capacidades ya apareció al hablar de la aplicación de los conocimientos científico-técnicos. Por la parte de los conocimientos dijimos que era necesario un dominio considerable de las materias para poder aplicarlas a la resolución de problemas, en general nuevos, que se puedan plantear. Desde la perspectiva de las capacidades, tenemos que hablar de destreza, agilidad, o soltura en el manejo de dichos conocimientos. En el momento en que al ingeniero se le plantea un problema que resolver, éste debe ser ágil a la hora de encontrar rápidamente varias soluciones diferentes entre las que poder elegir la mejor

Otra habilidad a desarrollar por el ingeniero es la creatividad para desarrollar, a partir de sus equipos y herramientas, nuevos bienes y servicios. Ingeniero viene de ingenio. El ingeniero no es un mero observador o estudioso de sus materias como podríamos considerar a un historiador, a un biólogo, etc. El ingeniero debe ser una persona creativa, capaz de desarrollar a partir de sus conocimientos nuevos elementos atendiendo además a condiciones de coste, calidad, funcionalidad, etc. En este punto, no debemos considerar el trabajo del ingeniero como más difícil, ni más importante que otros; simplemente hemos de considerarlo diferente. Frente a lo metódico de los científicos, que es necesario para su trabajo, el ingeniero debe ser innovador, creativo; y esta creatividad es necesaria para ejercer su trabajo.

El ingeniero también debe tener capacidad de juicio a la hora de evaluar las consecuencias de sus decisiones. A raíz de las posibles soluciones para un mismo problema, el ingeniero debe tomar decisiones de tipo técnico, económico y humano, comprendiendo, y evaluando las consecuencias de cada solución, y prediciendo en cualquier caso cuál sería la más favorable.

También el ingeniero, así como cualquier otro profesional, debe ser capaz de infundir confianza técnica, económica y humana sobre los trabajos que realiza. De este modo, el público confiará en que los productos o desarrollos realizados son los adecuados.

1.4.1.5. Valores del ingeniero como profesional.

El ejercer la ingeniería, al igual que cualquier otra profesión debe convertirse en una forma de pensar y de vivir. El ejercicio de la profesión debe conllevar una creencia en los valores profesionales. Este apartado contempla al ingeniero desde la perspectiva de los valores personales y las ideas.

Uno de los valores que debe estar siempre presente en la mente de cualquier profesional es el ansia de superación, el ser capaz de resolver cada vez problemas más complejos, teniendo un mayor dominio de los temas que rodean su trabajo. En el caso de las ingenierías como telecomunicación, que están evolucionando a velocidad de vértigo, el ansia de superación en cuanto a conocimientos científico-técnicos, se hace imprescindible, simplemente para estar al día de las novedades del mercado.

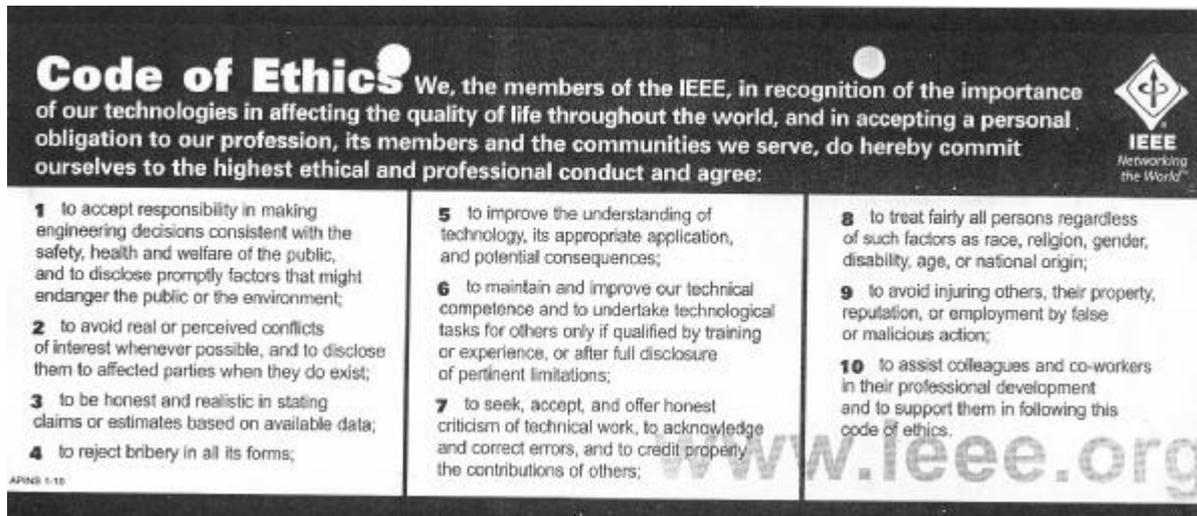
El ingeniero debe considerar su trabajo como la realización de un servicio público. La ingeniería debe dar solución técnica adecuada a las necesidades de la sociedad, debiendo dar importancia a las repercusiones sociales. En ocasiones, algunos ingenieros a la hora de solucionar los problemas que se les plantean no han contado más que con satisfacer sus bolsillos. Pero a largo plazo, esta falta de consideración ha provocado algún desastre medioambiental, o humano, y entonces, la mala imagen que se crea sobre su trabajo ha provocado falta de confianza y consecuentemente dificultades económicas.

Respecto a la confianza, ya se comentó en las capacidades que debe tener un ingeniero, que debe infundir confianza sobre sus trabajos. Además en el párrafo anterior se ha visto que la falta de confianza puede provocar dificultades económicas. Así, sólo queda decir, que es importante que el ingeniero considere la confianza depositada en él como algo que se debe respetar y tratar con mucha delicadeza.

Todas las profesiones tienen un código de ética, es decir, un conjunto articulado de reglas de conducta que sirven de guía a los miembros de una profesión en sus relaciones con los demás, clientes, empresas, competencia, etc. El seguir este código de ética es valorado positivamente por todas esas personas relacionadas con el ingeniero, y tiende a fortalecer la relación de confianza con él.

Un ejemplo de código ético es el siguiente desarrollado por Instituto de Ingenieros Eléctrico y Electrónicos (IEEE) que se ofrece original como muestra.

La traducción de este documento es aproximadamente la siguiente:



“Nosotros, los miembros del IEEE, en reconocimiento de la importancia de nuestras tecnologías que afectan a la calidad de vida a lo largo del mundo y aceptando una obligación personal con nuestra profesión, con los demás miembros y con las comunidades a las que servimos, con estas palabras nos comprometemos con una mejor conducta profesional y ética, y acordamos:

- 1.- *Aceptar la responsabilidad de tomar decisiones como ingenieros consistentes con la seguridad, la salud y el bienestar del público, y divulgar rápidamente aquellos factores que pueden dañar al público y al medio ambiente.*
- 2.- *Evitar conflictos de intereses reales o potenciales cuando sea posible, y comunicarlo a las partes afectadas cuando existan.*
- 3.- *Ser honesto y realista en exponer las exigencias y estimaciones basadas en los datos disponibles.*
- 4.- *Rechazar la corrupción en todas sus formas.*
- 5.- *Mejorar el entendimiento de la tecnología, su aplicación apropiada y sus consecuencias potenciales.*
- 6.- *Mantener y mejorar nuestra competencia técnica y encargar tareas tecnológicas para otros, sólo si están mejor cualificados por entrenamiento o experiencia, o después de descubrir nuestras limitaciones.*

- 7.- *Buscar, aceptar y ofrecer críticas honestas del trabajo técnico, reconocer y corregir errores y acreditar apropiadamente las contribuciones de otros.*
- 8.- *Tratar honradamente a todas las personas prescindiendo de aquellos factores como raza, religión, sexo, discapacidad, edad o nación de origen.*
- 9.- *Evitar herir a otros, sus propiedades reputación o empleo a través de acciones falsas o maliciosas.*
- 10.- *Ayudar a los colegas y a los compañeros en su desarrollo profesional, y orientarles a que sigan este código ético.*

Los valores en que se apoyan las normas de conducta son los valores profesionales. En estos códigos de ética se pueden distinguir todas las características de comportamiento, que regulan las relaciones del profesional con los demás, clientes, colegas, empresas, etc. Estos códigos éticos pueden entenderse desde dos perspectivas, la perspectiva del buen hacer siempre, y la perspectiva de que el “mal hacer” suele tener consecuencias.

Como se ve, el primer punto se refiere a temas de salud, el segundo a evitar conflictos, que siempre son perjudiciales para las dos partes enfrentadas. El tercer punto habla de honestidad y verdad. El conseguir un beneficio de alguien engañándole sólo lleva a perder la credibilidad y tener dificultades a largo plazo. Los problemas de corrupción del cuarto punto suelen tener consecuencias judiciales. El quinto punto hace referencia a que divulgar la tecnología, lejos de facilitar las cosas a la competencia, enriquece la propia tecnología, y por tanto a los ingenieros que la manejan. El sexto punto hace referencia al propio enriquecimiento tecnológico en base a aceptar nuevos retos. El delegar trabajos a otros debe reservarse para aquellas tareas que por nuestras limitaciones no seamos capaces de llevar a cabo. El séptimo punto aconseja aceptar y emitir críticas constructivas, con el fin de mejorar. El punto ocho invita al respeto por los demás. El punto nueve se refiere a evitar producir daños falseando; estos daños pueden venirse finalmente contra nosotros. Y el último punto, trata de extender el código ético para que los demás también lo apliquen.

El ingeniero debe estar vigilante porque no todo el mundo se rige por estos códigos de conducta, debemos tener siempre unas mínimas precauciones, porque no todo el mundo es de fiar.

Dentro también de los valores del ingeniero, y como se ha visto en los códigos de ética, el colaborar dentro de grupos profesionales aparece como un valor positivo. Esto es positivo

tanto en el crecimiento de la propia tecnología, como en el crecimiento del ingeniero como profesional involucrado en esta tecnología. No debemos considerar los grupos de profesionales como la competencia. Más bien debemos considerar, que una pequeña aportación entre todos nos hace crecer.

Finalmente, otro valor que debe poseer el ingeniero es el deseo por hacer bien su trabajo. Esto además, aumentará la confianza hacia el profesional, y posiblemente el número de clientes.

Por lo general, el ingeniero está sometido a presiones, sobretodo económicas, que dificultan el desarrollo de estos valores profesionales. Algunos de estos valores necesitan de un cierto tiempo para desarrollarlos, como por ejemplo todo lo relacionado con aprender nuevas cosas. Otras veces, a simple vista un trabajo bien hecho suele ser algo más caro que un trabajo peor; pero también es conveniente considerar las repercusiones que podemos tener por el descontento de un cliente

1.4.2. Trayectoria del ingeniero.

La ingeniería es una actividad profesional que normalmente requiere un título académico para su ejercicio. No obstante, como se comentó anteriormente, existen trabajos que llevan la denominación “ingeniero de” cuando simplemente se refieren a responsables de una parte concreta de un proceso de producción, o de un servicio, por ejemplo, ingeniero de calidad, ingeniero de soporte técnico, etc.

1.4.2.1. Formación académica.

La formación académica del ingeniero, como es normal, se ajusta a los conocimientos necesarios para ejercer la profesión. Estos conocimientos, además se le suponen, y por tanto se le exigen, a una persona que posea este título.

Los primeros conocimientos básicos que se ofrecen en la carrera corresponden a ciencias básicas comunes, como física, matemáticas, y otras particulares como electricidad. Estas ciencias básicas, sirven de base para los conocimientos tecnológicos que se verán a continuación.

También al principio de la carrera se ofrecen una serie de técnicas instrumentales apropiadas a la especialidad como pueden ser, en telecomunicación, el manejo del osciloscopio,

el polímetro, el generador de funciones, etc, Y en otras ingenierías como caminos el manejo del popular teodolito para medir las irregularidades de altitud en el terreno.

Una vez sentada la base científica necesaria comienzan a estudiarse las tecnologías generales del ámbito de su ingeniería. Algunas son comunes a todas las ingenierías como informática, y otras son específicas de cada ingeniería, como electrónica, resistencia de materiales para arquitectura, caminos, etc.

Finalmente, en lo que se refiere a conceptos tecnológicos, una vez estudiadas las tecnologías básicas, se pasa a aprender las tecnologías y técnicas más específicas orientadas a la actividad profesional. En nuestro caso tecnologías relacionadas directamente con el tratamiento del sonido y la imagen. En otros casos, pueden ser tecnologías basadas en la comunicación, en la instrumentación electrónica, o en las técnicas de programación.

Otro aspecto que veíamos necesario para los ingenieros eran unos conocimientos básicos económicos y sociales. Estos se reflejan en los planes de estudios con alguna asignatura, en general corta, para desarrollar los conocimientos económicos fundamentales y las técnicas de organización de empresas.

La carrera finaliza con la elaboración por parte del alumno de un proyecto fin de carrera especializado. Este proyecto en general es un problema real de ingeniería, que el futuro ingeniero debe resolver, con el fin de asentar todos los conocimientos adquiridos durante los estudios. La resolución de este proyecto, con el apoyo de su director de proyecto, es el primer paso para empezar a desarrollar las capacidades de creatividad y aplicación de conocimientos, que serán tan necesarias a lo largo de su vida profesional.

1.4.2.2. Experiencia profesional

La formación del ingeniero como profesional no termina con la obtención del título. A partir de terminar la carrera, las distintas funciones desempeñadas en diversos puestos de trabajo, y con diferentes niveles de responsabilidad, ofrecen una idea de las capacidades desarrolladas por el profesional, a lo largo de su vida laboral. De hecho, cuando una empresa quiere contratar a un ingeniero, se mira, no solo su expediente académico, sino también su Currículum Vitae. En este Currículum aparecen todos los trabajos anteriores que ha desarrollado el candidato, a lo largo de su vida profesional.

Las actividades profesionales que realizan los ingenieros son diferentes en función del perfil profesional del puesto que desempeña, y del entorno profesional de dicho puesto. En los dos siguientes subapartados se analizan estos factores, que determinarán la trayectoria profesional del ingeniero.

1.4.2.2.1. Perfil profesional del ingeniero

El perfil profesional de un ingeniero queda definido por tres características concretas. La primera característica es, lógicamente, la función que desarrolla dentro de la empresa en la que trabaja. Las funciones generales que puede desarrollar un ingeniero dentro de una empresa pueden ser: investigación y desarrollo; diseño y proyectos; producción y construcción; operación y mantenimiento, comercial, aplicación y ventas; y gestión, administración y dirección. Todas estas las veremos más profundamente en un apartado posterior.

Otra característica importante del perfil profesional es la especialidad, o área de aplicación en la que trabaja, así como la correspondencia entre ésta y los estudios realizados. Es conveniente, aunque no imprescindible, que el ingeniero desarrolle su actividad dentro de la especialidad que cursó durante la carrera. No obstante, esto no siempre es posible.

También se valora dentro del perfil profesional del ingeniero el nivel de decisión que posee dentro de la empresa. Existen ingenieros que se dedican a la parte técnica dentro de la empresa, y su área de decisión queda dentro de la producción, o de los servicios que ofrece la empresa. Otros ingenieros tienen responsabilidades a nivel económico y de administración, siendo su trabajo la gestión de proyectos, recursos, personal, y tareas administrativas. El nivel de decisión más alto dentro de una empresa es el nivel político. La política de empresa se refiere a la toma de grandes decisiones en cuanto a líneas de acción, sectores a potenciar, secciones que se transforman para adaptar la empresa a las necesidades del mercado, etc.

1.4.2.2.2. Entorno profesional del ingeniero

Otras características de la actividad profesional del ingeniero atienden al entorno en el que se mueve el ingeniero en la empresa. Por una parte se pueden destacar las modalidades del ejercicio profesional. El ingeniero puede ser un empleado por cuenta ajena. De esta manera, su pertenencia a la empresa está ligada a la realización de una labor concreta, y recibe de ella un sueldo cada mes. Eventualmente también recibe una participación en los beneficios obtenidos a final de año.

También el ingeniero puede ser empresario. En este caso el ingeniero es el responsable de la utilización de los recursos de la empresa, personal, máquinas, locales, etc. En este caso el empresario participa de los beneficios y pérdidas que tenga la empresa.

El ingeniero también puede ejercer su labor como funcionario después de ganar una oposición. En este caso, el funcionario tiene una labor concreta y recibe su sueldo por ello. Generalmente, en la Administración no se contemplan pagas de beneficios, pero es realmente difícil que el funcionario pierda su puesto de trabajo.

Finalmente, el ingeniero se puede dedicar a lo que se llama el “ejercicio libre de la profesión”. En este caso, el profesional se pone en contacto con clientes, que le encargan que resuelva una serie de necesidades. El ingeniero elabora un proyecto técnico para resolver esas necesidades, pide al Colegio Oficial de Ingenieros un “visado” de este proyecto, y en algunos casos se encarga también de la implementación del mismo. La relación del ingeniero con el cliente se restringe a la elaboración de este proyecto, por el que el ingeniero obtiene sus beneficios.

En el entorno profesional del ingeniero aparece otra característica que es el marco donde la empresa desarrolla su actividad, es decir, a nivel local, nacional, o internacional, pública o privada, y dentro de qué sector económico: primario, como agricultura ganadería, pesca, minería; secundario, como industria, transformación y construcción; o servicios, como bancos, transportes, enseñanza, etc.

1.4.3. Funciones del ingeniero en la empresa

Las funciones que se le asignan a un ingeniero dentro de una empresa dependen muy claramente del tamaño de ésta. En las empresas pequeñas, se pretende que el ingeniero sea una persona que resuelva todo lo que se le plantee, sea de la naturaleza que sea. En cambio, en las empresas grandes, los ingenieros suelen tener funciones más especializadas, no siendo su trabajo tan generalista. En los siguientes apartados vamos a dibujar cada una de las diferentes funciones generales que podría ejercer un ingeniero; aunque debemos tener siempre presente, que no existirán fronteras claras que delimiten las funciones de un ingeniero en su puesto de trabajo.

1.4.3.1. Investigación y desarrollo (I+D)

La investigación se refiere siempre a la tarea de expandir el conocimiento, bien sea científico, tecnológico, teórico o práctico. Existen dos tipos principales de investigación: la investigación básica y la investigación aplicada.

La investigación básica es la más cercana al trabajo científico. La tarea del investigador básico se centra en la formulación de leyes, el descubrimiento de fenómenos, o de nuevos materiales, etc. El investigador básico, por lo general está alejado de la aplicación, aunque puede conocer el potencial de sus teorías y descubrimientos.

En cambio, la investigación aplicada tiene una misión más práctica. En este caso no se trata tanto de realizar nuevos descubrimientos, sino de darles una aplicación a dichos descubrimientos. La investigación aplicada es más propia de los ingenieros que la investigación básica. Aunque la investigación aplicada esté basada en el conocimiento científico, debe tener un sentido práctico de aplicación

El ingeniero dedicado a la investigación debe tener afición a las ciencias básicas, curiosidad e intuición para reconocer fenómenos que a otros les pasarían desapercibidos, y paciencia para obtener resultados o comprobar que algo es imposible. La investigación requiere mayor formación y especialización. Es normal que los investigadores posean una formación de tercer ciclo o doctorado, y algunos cursos de posgrado.

La función de desarrollo está muy relacionada con la investigación. Normalmente, las dos van unidas en las directrices de las empresas y se habla conjuntamente de laboratorios o departamentos de "I+D". El ingeniero de desarrollo trata de construir prototipos o modelos de acuerdo con unas especificaciones dadas, y para un fin concreto. La investigación aplicada está orientada a un fin práctico, mientras que el desarrollo normalmente busca un producto concreto, utilizando nuevos materiales, dispositivos, procesos o técnicas.

Es necesario ensayar y probar bien un prototipo antes de poder fabricar el producto. Sería un desastre, por ejemplo, el empezar a fabricar un sistema electrónico para un automóvil, que en el laboratorio funcione correctamente, pero al montarlo en el coche se descubra que es muy vulnerable a los cambios de temperatura, vibraciones, humedad, etc..

El ingeniero de desarrollo debe estar muy al día en el "estado del arte" de su tecnología en concreto, sin necesidad de inventar. Debe tener un sentido práctico, tanto técnico, como

económico, pues su prototipo debe poder producirse a un precio razonable, y funcionar fuera del laboratorio.

El ingeniero de desarrollo debe tener una formación parecida a la del investigador, pero necesita menos base científica, y sin embargo, más sentido de la creatividad, innovación y utilidad.

1.4.3.2. Diseño y proyectos

Las funciones de diseño y elaboración de proyectos son probablemente las funciones más propias del ingeniero. Ambas están fuertemente ligadas, incluso dependiendo del área de la ingeniería en que se esté, del tipo de producto, y de la organización de la empresa, unas veces se habla de diseño y otras de proyecto para hacer referencia al mismo trabajo.

El diseño se refiere a la concepción del producto final, y debe incluir todas las propiedades y especificaciones de dicho producto: modo de funcionamiento bajo condiciones específicas de trabajo, materiales a utilizar, dispositivos y técnicas para conseguir un producto fabricable, con un rendimiento óptimo, y a un precio competitivo.

Existen dos tipos de diseños; unos orientados a la construcción, por ejemplo de presas, carreteras, redes de telecomunicaciones, etc. según las especificaciones del cliente, y otros orientados a la producción en serie. El diseño de producción en serie está ligado a la función de desarrollo. El diseño parte de un prototipo de laboratorio que funciona, y debe ser transformado para obtener el producto final. El diseñador de producción impone el modelo o producto, que será fabricado en grandes cantidades como por ejemplo automóviles, televisores, etc.

El producto final debe cumplir varios requisitos que son los siguientes: Debe cubrir las necesidades del mercado de forma, que exista un sector de éste que decida comprarlo. También debe cumplir los criterios de calidad, con el fin de ofrecer un mínimo de fiabilidad de funcionamiento y disfrute del producto, por parte de quien lo compre. Evidentemente, el producto debe poder fabricarse con los medios disponibles. Asimismo el producto debe ser competitivo en coste y en tecnología a otros que existan en el mercado, de forma que sea atractivo al público. También es muy importante que tenga una fácil instalación y utilización, ya que lo contrario provocaría un descontento en los usuarios.

El análisis de los puntos anteriores permitirá optimizar la relación calidad-coste e innovación-continuidad. Es importante la relación innovación-continuidad ya que los clientes

siempre quieren un producto renovado, o moderno; pero renovar cuesta dinero. Para fabricar un producto renovado, se necesita una actualización o puesta a punto de la maquinaria, con el coste que esto lleva consigo. Sin embargo los componentes que puedan seguir utilizándose manteniendo la misma calidad, no requerirán esta inversión adicional.

En cuanto al término proyecto, tenemos que distinguir dos formas de verlo. El proyecto, dentro del proceso de fabricación masiva, podemos considerarlo como la fase de transición desde el diseño, a la fabricación: planificando, controlando las tareas, los recursos, los costes, y la dirección y control del proceso de producción. Sin embargo, algunos autores, sobretodo en aplicaciones de construcciones únicas, carreteras, puentes, edificios, etc, consideran el proyecto como el todo, desde la concepción hasta el comienzo de la construcción. Según esto, el proyecto incluiría también la fase de diseño.

En ingeniería, generalmente se define un proyecto como el “conjunto de cálculos, planes, especificaciones y presupuestos relativos a la obra, instalación, construcción o fabricación de un producto, con una planificación o programa, que comprenda una serie de tareas, tiempos, y la utilización de recursos materiales y humanos, así como los procedimientos de control y seguimiento de sus fases.”

La labor del ingeniero de proyectos, puede o no incluir el diseño del producto, pero en cualquier caso, debe manejar los documentos técnicos resultado del diseño, y que incluyen los planes de realización, la lista de materiales a utilizar, las especificaciones del producto final, las pruebas a realizar etc.

En proyectos complejos, el conjunto de tareas y recursos necesarios, máquinas, hombres, etc. es muy grande y diverso, por lo que se debe realizar también una planificación adecuada. Esta planificación puede aconsejar la división del diseño global del sistema, en subsistemas, componentes y elementos. Cada uno se diseña y construye por separado, y luego se integran todos para obtener el producto final.

El ingeniero de proyectos suele utilizar técnicas de planificación muy especializadas como el método PERT (técnica de evaluación y análisis del programa) o CPM (Método del camino crítico). Además es necesaria la coordinación y seguimiento del proyecto. Si la planificación y coordinación de tareas no es correcta, puede retrasar o encarecer el proyecto.

El ingeniero de diseño y proyectos requiere creatividad e innovación para coordinar y reunir las distintas partes del proyecto. Otra cualidad es la capacidad de elección entre diversas alternativas. Un proyecto o diseño suele tener varias soluciones técnicas. El ingeniero debe

escoger una dependiendo del compromiso calidad-coste, condicionantes del mercado, temas medioambientales, oportunidades, etc. Así, el ingeniero de proyectos debe conocer técnicas de cálculo de costes, planificación y control, y debe tener capacidad de comunicación, sentido de la oportunidad, e intuición para elegir la mejor opción

El ingeniero de diseño y proyectos no requiere grandes conocimientos científicos ni técnicos. Debe entender el lenguaje de las especificaciones y poder manejar catálogos y manuales. Una técnica muy valiosa para modificar, mejorar y unificar las funciones de diseño y proyecto es el diseño asistido por ordenador, que permite modelar y simular un sistema con rapidez, precisión en los cálculos y versatilidad. Esto permite en muchos casos el ensayo y la prueba antes de la producción, consiguiendo un ahorro de tiempo y costes importante.

1.4.3.3. Ingeniero de fabricación o construcción.

Los conceptos de fabricación y construcción no difieren mucho, y prácticamente se aplican dependiendo del producto. La fabricación se refiere a productos elaborados en grandes series: automóviles, ordenadores, herramientas, etc., mientras que la construcciones se relacionan con grandes obras: presas, puentes, edificios, etc.

La ingeniería de fabricación está relacionada con el proceso de producción, que parte del diseño o proyecto y llega la obtención del producto final. Las funciones de fabricación podemos separarlas en cuatro: producción, operación, mantenimiento y calidad. Todas estas los vamos a ver separadamente a continuación.

A)- Dentro de la ingeniería de fabricación aparece la ingeniería de producción, procesos o métodos. El ingeniero de producción parte del diseño del producto para preparar todas las fases del proceso y asegurar la fabricación del producto final, de acuerdo con las especificaciones dadas. El ingeniero de producción debe verificar la factibilidad técnica y económica de cada elemento, y su ensamblaje.

El ingeniero de producción será el responsable del proceso: dirigirá el trabajo de otros técnicos y coordinará hombres y máquinas. Para ello, necesitará conocimientos técnicos básicos y generales; además debe tener habilidad en el trato con personas de distintos niveles y capacidades, por lo que también le ayudará el conocer técnicas sociales y psicológicas. Por supuesto, también deberá conocer las técnicas de análisis de costes, tiempos y de programación de tareas.

- B)- El ingeniero de operaciones deberá preparar, por un lado, las máquinas y herramientas, y también deberá controlar los materiales y componentes que intervienen en el proceso de fabricación. Algunas máquinas pueden ser comunes a muchos procesos, por lo que deberá coordinar su disponibilidad. Tanto el aprovisionamiento de materiales, como el movimiento y almacenaje de los mismos, son muy importantes para asegurar el buen rendimiento de la fábrica en cuanto a costes y tiempos.
- C)- Los ingenieros de mantenimiento, o también llamados ingenieros de planta, están encargados de la distribución de espacios para las máquinas, de las cadenas de producción y del transporte. Además, los ingenieros de planta son los responsables de los servicios generales de infraestructuras como la energía eléctrica, neumática, hidráulica, etc, y otros servicios como el aire acondicionado, la iluminación, la seguridad, etc.

Tanto los ingenieros de operaciones como los de mantenimiento no necesitan conocer el producto en profundidad, pero sí los procesos y su programación. Dada la creciente automatización e informatización de la producción, deben tenerse conocimientos informáticos orientados al control de procesos industriales. En estas tareas, el ordenador es una herramienta indispensable.

- D)- Los ingenieros de calidad se dedican a inspeccionar y analizar los productos que se están fabricando, y ejecutar acciones para garantizar la calidad final del producto. Deben establecer los procedimientos y métodos necesarios para comprobar si se cumplen las especificaciones y sus márgenes de tolerancia. También deben hacer pruebas eléctricas y mecánicas de vibraciones, temperatura, humedad, etc.

En cuanto a los ingenieros de construcción, todo lo dicho para los ingenieros de fabricación es aplicable también a éstos. La única diferencia es que no existe una cadena de montaje en sí, pero en general sí una sucesión de tareas, y por tanto se hace necesaria una planificación de máquinas, materiales, operarios, transportes, etc.

1.4.3.4. Ingeniero de ventas, comercial y de aplicación.

Las funciones del departamento comercial y de marketing son fundamentales en cualquier empresa. De hecho las remuneraciones de los comerciales suelen estar, en muchos casos, por encima de las de los técnicos. Los tres tipos son semejantes, pero tienen algún aspecto que los diferencian.

El ingeniero de ventas vende equipos, sistemas, y servicios complejos a clientes muy especializados. Hace muchos años las labores comerciales las hacían, en todo caso, personas sin titulación, con mucha labia, don de gentes, y capaces de vender desde un peine a un reactor nuclear. El problema surgió cuando el cliente pasó a tener unas necesidades técnicas diferentes de las habituales, y se dirigía al comercial en términos técnicos; claramente el comercial no tenía conocimientos suficientes para aportar soluciones al problema del cliente, con lo que este cliente se perdía.

La ingeniería comercial está ligada al mercado y al cliente, tanto en la fase de lanzamiento de un nuevo producto, como en la fase de instalación y mantenimiento del mismo. El ingeniero comercial también debe actuar como instructor del cliente, ofreciéndole formación; a parte de que los sistemas, como es lógico, lleven sus manuales de usuario, de mantenimiento, y sus notas de aplicación.

El ingeniero comercial, no sólo debe vender; también debe elevar las necesidades de los clientes, a la dirección de la empresa, y a los ingenieros de desarrollo, con el fin de modificar las especificaciones para conseguir un nuevo producto, o mejorar el existente.

La ingeniería de aplicaciones o de clientes consiste en la adecuación de un producto a las necesidades específicas de un cliente, como por ejemplo la adaptación de una aplicación informática, el desarrollo de software, el cambio del hardware, etc. Esto requiere un conocimiento profundo del producto, y de sus aplicaciones.

Los ingenieros de aplicaciones y ventas deben conocer los principios básicos de la ingeniería, y estar especializados en los equipos y sistemas que venden. Por supuesto también deben tener don de gentes y habilidad en las relaciones con los clientes.

Dentro del departamento comercial, el servicio post-venta debe garantizar la reparación, actualización y suministro de consumibles. Estas son piezas clave en la decisión del cliente junto con el soporte del ingeniero comercial, la documentación y la garantía del equipo.

1.4.3.5. Ingenieros en dirección y administración.

La mayor parte de los ingenieros terminan su vida profesional en puestos de tipo gerencial y directivo. Cada vez hay más ingenieros en estos puestos. Estas funciones son independientes del tipo de producto que se fabrica o comercializa. El administrador maneja recursos, como hombres, máquinas y dinero, para obtener un producto de forma óptima y competitiva.

El ingeniero de administración debe tener una buena base de conocimientos económicos, financieros y de organización de empresas, pues debe procurar recursos para la empresa, y administrarlos. Debe tener conocimientos de derecho laboral y sociología industrial para organizar el trabajo adecuadamente. También debe conocer el lenguaje técnico, para entender los informes que le permitan tomar decisiones. Generalmente, para ejercer las funciones de dirección y administración, El ingeniero tiene que completar su formación académica con cursos de posgrado en gestión y dirección de empresas.

Esta ingeniería está relacionada con todas las anteriores, y éstas dependen a su vez de las decisiones de los directivos, que normalmente son a medio y largo plazo. Normalmente, el ingeniero directivo ha pasado antes por otros departamentos de la empresa, de forma que suele tener un conocimiento global de la actividad productiva. Tiene que ser una persona acostumbrada a tomar decisiones, y hacerlas cumplir. Asimismo es importante, que sea capaz de infundir confianza al resto de la empresa.

1.4.3.6. Otras funciones del ingeniero.

La gran demanda de carreras técnicas ha llevado a algunos ingenieros a dedicarse a la enseñanza y a la investigación en la universidad.

Otros ingenieros de diversas especialidades y con experiencia profesional se están dedicando a la consultoría y al asesoramiento técnico, realizando estudios y proyectos por cuenta de clientes particulares; como por ejemplo, proyectos de instalaciones de telefonía en hoteles, estudios de mercado de productos, etc. El trabajo de consultoría está dentro del ejercicio libre de la profesión. Los ingenieros consultores son a la vez empresarios y empleados.

1.4.4. Posición social del ingeniero.

En la sociedad actual, han aparecido funciones diferentes entre las personas y grupos, con unas conductas y unos privilegios particulares. En este entorno podemos definir la "posición social" como el nivel jerárquico alcanzado por un individuo, o un grupo, dentro del sistema social. Ésta va a depender del reconocimiento y valoración de su profesión.

Ralph Linton utilizó los conceptos de "rol" y "status" para describir la posición social de un individuo. El "rol" serían las actitudes y pautas de comportamiento que un individuo o grupo

tienen por la posición o función que desarrolla. Cada individuo tiene uno o varios roles, según su posición o función, como el rol de hombre o mujer; rol familiar de padre o hijo; rol de edad, o rol profesional.

El “status” sería la realidad de los derechos, obligaciones y privilegios que tiene un individuo en un grupo social. El status implica una expectativa recíproca de conducta, modelada por esos derechos y obligaciones del ingeniero para con los demás. También el status implica una capacidad de hacer o decidir.

La posición social de un individuo dentro de un grupo está íntimamente ligada con la valoración y reconocimiento que la sociedad hace de sus roles y status. Esta valoración será distinta dependiendo de la cultura, del país y del momento histórico del que se trate.

1.4.4.1. Rol profesional del ingeniero.

El rol profesional de un individuo o grupo es el conjunto de actitudes y pautas de comportamiento que permiten clasificarlo como profesional. Una conducta que diferencia al profesional frente al aficionado, es que el primero cobra por la labor que realiza. Esta remuneración económica, debe afectar a su comportamiento, a su rol profesional, en cuanto al perfeccionamiento de dicha labor, y en tener una conducta ética que permita confiar en él. Estas características de remuneración económica, perfeccionamiento de la obra y conducta ética, no confieren reconocimiento social a una profesión, aunque sí al profesional.

Del comportamiento de un profesional se espera que aplique sus conocimientos y habilidades a la resolución de necesidades, y al servicio del bienestar público. También se espera de él un grado de perfeccionamiento en su función, una conducta ética aceptable, así como un respeto a la confianza depositada en él.

1.4.4.2. Status profesional del ingeniero.

En la sociedad actual predominan los status adquiridos, que son ganados por el propio individuo, frente a los asignados, o que le son dados. Podemos distinguir dos tipos de status: un status legal, y un status reconocido. El status legal del ingeniero se adquiere mediante la obtención del título universitario. Este status legal lleva consigo un conjunto de deberes y derechos que permiten ejercer la profesión. La práctica profesional supone un status reconocido.

El status reconocido se refiere a las capacidades y responsabilidades reconocidas a lo largo de la vida profesional.

Si consideramos un grupo profesional, cada miembro de este grupo adquiere un status que es la media de los status particulares de todos los individuos del grupo. El no desempeñar los roles profesionales, no supone perder el status; es decir, si un ingeniero no lleva una conducta ética, nadie le va a negar su status de ingeniero; otra cosa es la imagen que se tenga de él.

El conjunto de privilegios, obligaciones y expectativas de conducta del status profesional de un ingeniero podemos resumirlos así: Conforme al status legal conseguido a partir de la obtención del título, es importante la exclusividad para ejercer la profesión, y la capacidad de firmar proyectos. Ninguna persona que no posea el título de ingeniero tendrá posibilidad de realizar trabajos de ingeniería. Además el título de ingeniero posibilita el acceso a ciertos puestos de la administración pública, en este caso de la misma manera que otros diplomados y licenciados de otras carreras.

Según el status reconocido mediante la práctica profesional, el ingeniero tiene derecho a una remuneración económica adecuada por los servicios realizados. También se le considerará capacitado para emitir juicios técnicos. Se le concederá cierta autoridad en la toma de decisiones, y se le supondrá capacitado para dirigir grupos humanos. El fundamento de estos privilegios reside en los conocimientos científico-técnicos que posee, y en su forma de aplicarlos.

Bibliografía.

Ortega, Vicente y Pérez, Jorge. “Notas del curso Fundamentos y Función del Ingeniería. Tema: Concepto de Ingeniería, Ciencia, Técnica y Tecnología”. Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones. ETSI Telecomunicación UPM. (1989).

Ortega, Vicente y Pérez, Jorge. “Notas del curso Fundamentos y Función del Ingeniería. Tema: Funciones del Ingeniero. Entorno Profesional”. Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones. ETSI Telecomunicación UPM. (1989).

Ortega, Vicente y Pérez, Jorge. “Notas del curso Fundamentos y Función del Ingeniería. Tema: El Rol Profesional del Ingeniero. Código de Etica”. Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones. ETSI Telecomunicación UPM. (1990).

Salomon Jean-Jacques y otros. Una Búsqueda incierta. Ciencia, Tecnología y Desarrollo.

Aparicio, Francisco y González, Rosa M^a. Tecnología y Sociedad. Instituto de Ciencias de la Educación.

Institute of Electrical and Electronics Engineers. Code of Ethics. (1995)

Ejercicios.

- 1.- Relaciona los conceptos de técnica, ciencia y tecnología, en cuanto a las aportaciones que realiza una disciplina sobre las otras.

La técnica, fundamentalmente es habilidad y pericia a la hora de seguir procedimientos y manejar herramientas o aparatos para lograr un fin. Precisamente, este manejo de aparatos y herramientas, y estos procedimientos, son lo que aporta la técnica, a la ciencia y a la tecnología. Ambas se desarrollan, en la mayoría de los casos, a partir de observaciones y experimentos que se realizan por procedimientos técnicos.

La ciencia es conocimiento. En cuanto a la técnica, este conocimiento no es indispensable; pero puede ayudar a desarrollar nuevos procedimientos o perfeccionarlos. En la tecnología en cambio, el conocimiento científico es indispensable ya que sirve de base para su desarrollo. La tecnología podríamos considerarla como la aplicación de los conocimientos científicos a los procesos industriales.

La tecnología, considerándola como los conocimientos propios de un oficio o arte industrial, aporta a la técnica una base de conocimientos o fundamentos de los que pueden derivarse nuevas técnicas. Por ejemplo la tecnología digital aporta nuevas formas de desarrollar los procedimientos técnicos. Estos conocimientos que desarrollan la técnica afectan también a la ciencia en la mejora de la observación y la experimentación.

- 2.- Desde cuando podemos considerar que existe la técnica, tal y como la conocemos hoy.

La técnica, en cuanto a procedimientos, habilidades, pericia al ejecutar algo, podemos considerar que existe desde el principio de la existencia el hombre. Ortega y Gasset llamó técnica del azar a aquella propia de los pueblos primitivos. Al principio, el repertorio de actos técnicos era limitado y se orientaba a la resolución de los problemas elementales como cazar para comer.

- 3.- Desde cuando podemos considerar que existe la ciencia, tal y como la conocemos hoy.

El concepto de ciencia actual como conocimiento cierto de las cosas aparece en el siglo XVII cuando Newton planteó el "Método Científico" exigiendo la sistematización axiomática. Anteriormente, también se hablaba de conocimiento, pero era difícil confirmar la certeza de las teorías existentes.

- 4.- Desde cuando podemos considerar que existe la tecnología, tal y como la conocemos hoy.

El término tecnología fue acuñado por Johann Beckmann en 1777 como una curiosa unión de una rica sabiduría y un conocimiento técnico. Puesto que en ésta época ya estaban establecidos los términos de ciencia y técnica, podemos considerar la existencia de la tecnología desde entonces.

- 5.- Desde cuando podemos considerar que existe la ingeniería, tal y como la conocemos hoy.

Siendo estrictos con la definición del ingeniería, tenemos que considerar la aparición del concepto de ingeniería desde el momento de la aplicación de la ciencia y la técnica tal y como se conocen hoy en día, es decir, a partir del siglo XVII. Sin embargo la ingeniería, como aplicación creativa de los conocimientos a la resolución de las necesidades del hombre, se remonta a los albores de la humanidad, cuando el hombre decide aplicar su conocimiento a la consecución de

su bienestar. Ante el hambre, el acto natural es comer, y sin embargo, el acto ingenieril es sembrar alimentos, para hacer más cómoda su obtención, e incluso el comercio con el sobrante para conseguir satisfacer otras necesidades.

Examen de Febrero de 2.001

6.- El establecimiento del método científico supuso un gran avance en el desarrollo de las ciencias.

A)- Indica brevemente la metodología del método científico. (1p.)

1- Observación en la naturaleza.

2- Experimentación en el laboratorio.

3- Estudio de regularidad en los experimentos e inducción de leyes.

4- Formulación de hipótesis y teorías: búsqueda del porqué.

5- Deducción: aplicación a un caso práctico concreto.

B)- Explica en que consiste la “sistematización axiomática” propuesta por Newton en el s. XVII. (1p.)

Consiste en que para llegar a cualquier teorema o ley particular se debe partir de axiomas, que son verdades indivisibles e indiscutibles por sí mismas. A partir de estos axiomas verdaderos, pueden deducirse los teoremas y leyes particulares que se podrán después verificar experimentalmente para predecir acontecimientos empíricos.

C)- ¿Qué influencia tiene la sistematización axiomática en el desarrollo de la ciencia y la tecnología? (1p.)

Esta sistematización axiomática, al construir las leyes tomando como base verdades absolutas, proporciona una mayor solidez a los conocimientos científicos y tecnológicos.

7.- Indica, a nivel general, qué tipo de conocimientos básicos debe poseer un ingeniero (1p).

- Ciencias básicas, que servirán de soporte a las tecnologías propias del trabajo a desarrollar.
- Tecnologías específicas apropiadas según la especialidad de que se trate.
- Técnicas instrumentales, necesarias para el manejo de aparatos.
- Conocimientos económicos básicos, a nivel de confección de presupuestos o amortización de los proyectos a realizar
- Relaciones sociales, ya que el ingeniero suele trabajar en grupo, o como responsable; También debe tener presente el impacto social de sus diseños (medio ambiente, relaciones laborales, etc.)

Examen de Junio de 2.001

8.- Relaciona los conceptos de técnica y tecnología. (1p)

El concepto de técnica tiene dos acepciones: la primera se refiere al manejo de herramientas, instrumentos o máquinas para realizar una labor con un menor esfuerzo y mayor eficacia, y la segunda alude a una pericia o habilidad a la hora de lograr un fin. La primera acepción es la mas cercana a la tecnología, ya que es la que hace alusión a máquinas. En este caso, para la técnica no se hace mención de un conocimiento interno de los aparatos, sino a un entrenamiento o un aprendizaje orientado al manejo.

La tecnología se define como el conjunto de conocimientos propios de un oficio o arte industrial. La tecnología se concibe como el estudio de los equipos e instrumentos en cuanto a tales, mientras que la técnica los contempla en cuanto a que cumplen una función.

La tecnología es un sustrato del que pueden derivar muchas técnicas. Por ejemplo la tecnología del láser sirve de base a distintas formas de utilización de estos láseres: lectura y grabación de datos digitales, técnicas de corte por láser, técnicas de medición etc.

9.- Enumera las características que se le atribuyen a un ingeniero, y que se derivan del concepto de ingeniería.(1,5p)

Podemos llamar ingeniería a la "aplicación creativa de los conocimientos científico-técnicos a la invención, desarrollo y producción de bienes y servicios, transformando y organizando los recursos naturales para resolver las necesidades del hombre, haciéndolo de forma óptima, tanto económica como socialmente." A partir de esta definición se derivan las siguientes características:

- Creatividad.
- Aplicación de conocimientos científico-técnicos.
- Invención, desarrollo y producción de bienes y servicios.
- Transformación de los recursos naturales.
- Resolución de las necesidades del hombre.
- Optimización económica y social.

- 10.- El concepto de status de un individuo o grupo, hace referencia a los derechos, obligaciones y privilegios que tienen estos frente a los demás. Indica cuales son los derechos, obligaciones y privilegios que componen el status del ingeniero. (1p)

El status del ingeniero lleva asociados los siguientes derechos, obligaciones y privilegios:

- Exclusividad para ejercer la profesión y capacidad para firmar proyectos
- Posibilidad de acceder a ciertos puestos de la administración pública
- Autoridad en la toma de decisiones dentro de su especialidad.
- Capacidad de dirigir grupos humanos
- Remuneración por los servicios realizados

Examen de Febrero de 2.002

- 11.- Indica que nivel de conocimientos debe poseer un técnico para realizar correctamente sus tareas. (1p)

Un técnico es una persona especializada en realizar una tarea concreta. En base a esto, sus conocimientos se limitan a conocer los pasos que debe seguir para llevar a cabo dicha tarea, y el manejo de aquellas máquinas o instrumentos que necesita para su trabajo. No se trata de conocer las máquinas o instrumentos por dentro, sino sólo a nivel de utilización.

Por ejemplo, un técnico en reparación de televisores debe conocer; por una parte el procedimiento (o el protocolo) de búsqueda de averías, para averiguar lo que está pasando; y por otra parte debe conocer todos aquellos instrumentos electrónicos y herramientas que necesite como medidores, fuentes de alimentación o señal, soldador, etc.

12.- Explica las funciones del ingeniero de aplicación, ventas y comercial.(1p)

La ingeniería de ventas está ligada al trato con los clientes, y debe servir como enlace de comunicación de doble dirección entre las empresas y los clientes. Por un lado, las funciones del ingeniero de ventas abarcan el lanzamiento de nuevos productos, diseño de campañas publicitarias, y todos los aspectos relacionados con la venta. Y por otro lado debe servir de vía de comunicación de las inquietudes, y necesidades de los clientes respecto a los productos que representa. Esta vía de comunicación debe permitir a la empresa adaptar sus productos a las necesidades de los clientes. Para realizar estas tareas, el ingeniero de ventas debe tener un amplio conocimiento de los productos en cuanto a su aplicación.

Finalmente, los ingenieros de ventas deben estar al cargo del servicio post-venta al cliente: formación cuando sea necesario, reparación de averías, distribución de consumibles, y actualización de estos productos.

Examen de Junio de 2.002

13.- La trayectoria de un ingeniero podemos dividirla en dos etapas: una etapa de formación académica, y otra etapa de formación profesional, o experiencia profesional. Comenta los conocimientos y experiencias que adquiere el ingeniero en cada una de estas etapas (2p).

La etapa de formación académica está orientada al aprendizaje de los conocimientos básicos necesarios y la obtención del título que acredita dicho aprendizaje. En esta etapa se adquieren fundamentalmente conocimientos de ciencias básicas (física, matemáticas, etc.) tecnologías específicas (electrónica, informática, etc) y técnicas instrumentales (herramientas de medida, procedimientos, etc.). También se adquieren otros conocimientos complementarios relacionados con la economía y la sociedad. Finalmente, termina el ciclo con la realización de un proyecto final de carrera, en el que el futuro ingeniero se enfrenta a su primer problema de ingeniería real.

En la etapa profesional, la experiencia se adquiere a través de las distintas funciones desempeñadas en diversos puestos, con distintos niveles de responsabilidad. La función que se desarrolle en la empresa (investigación, producción, comercial, etc), la especialidad en la que se trabaje, el nivel de decisión que se posea (técnico, económico y político), la modalidad de trabajo (como empleado, empresario, en el ejercicio libre de la profesión, etc), y el marco de desarrollo de la actividad (empresa nacional, internacional, pública o privada) se adquieren unas u otras habilidades y destrezas.

Examen de Febrero de 2.002

- 14.- Explica las diferencias que consideres relevantes entre el trabajo de un científico, y de un ingeniero. (1p.)

El científico es un profesional dedicado al estudio de los fenómenos naturales, sin entrar en sus posibles aplicaciones. En cambio el ingeniero trata de darle aplicación práctica a los conocimientos científico-técnicos de que dispone: desarrollando nuevos productos, o mejorando, técnica y/o económicamente los ya existentes.

- 15.- En el trabajo de un ingeniero de diseño, indica los factores que condicionan la relación calidad-precio y la relación innovación-continuidad?. (1p.)

La relación calidad-precio viene condicionada por el sector de mercado en el que queremos introducir nuestro producto. Es habitual que la optimización de esta relación se considere en un término medio, es decir que se diseñe el producto con un nivel de calidad medio a un precio razonable. No obstante, algunas empresas optan también por ofrecer la máxima calidad a cualquier precio, así como las que compiten en precio, dejando de lado los aspectos de calidad.

La relación innovación-continuidad viene condicionada por un lado por el deseo de "modernidad" de los compradores, y por otro por los costes asociados a una innovación. Por una parte, los compradores quieren comprar productos nuevos; pero para las empresas, esta innovación les supone un coste que finalmente repercute en los compradores. Es conveniente innovar pero no a toda costa; los componentes de nuestro producto que no modifiquemos, supondrán una reducción en nuestros costes.