

Unidad I: INGENIERÍA Y CIENCIA

1. HISTORIA Y ORIGEN DE LA INGENIERÍA	2
2. INGENIERÍA CIVIL EN NICARAGUA.....	6
3. LA INGENIERÍA ACTUAL.....	8
4. INGENIO O CREATIVIDAD EN LA INGENIERIA	9
¿Ingeniería viene de la palabra Ingenio ?.....	9
5. APORTACIONES DE LA INGENIERÍA A LA HUMANIDAD.....	11
6. DEBERES DEL INGENIERO COMO PROFESIONAL	14
7. LOS CONOCIMIENTOS NECESARIOS DEL INGENIERO CIVIL.....	14
8. CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES DEL INGENIERO	16
9. DESEMPEÑO DEL INGENIERO CIVIL	17
10. LA NECESIDAD DE LOS INGENIEROS CIVILES Y SUS CONOCIMIENTOS.....	19

1. HISTORIA Y ORIGEN DE LA INGENIERÍA

El hombre siempre ha dedicado mucho trabajo al desarrollo de dispositivos y estructuras que hagan más útiles los recursos naturales. Inventó el arado para hacer que el suelo fuera más productivo y pudiera rendir más alimentos; la sierra, para transformar la madera del árbol en objetos útiles; el molino de viento, para convertir en trabajo útil las fuerzas de los vientos; la máquina de vapor, para transformar en trabajo mecánico la energía latente de los combustibles. Estos y miles de otros aparatos, máquinas y estructuras, son los resultados de una incesante búsqueda. En los primeros tiempos, a medida que las diversas ocupaciones iban desarrollándose, aparecieron, junto con los sacerdotes, médicos y maestros, los expertos dedicados a crear los dispositivos y obras mencionados. A esos primitivos ingenieros se debe la creación de armas, fortificaciones, caminos, puentes, barcos y otras obras y artefactos. Su actividad puede rastrearse fácilmente hasta la época de los antiguos imperios, y las evidencias de sus notables obras persisten todavía, especialmente las calzadas, acueductos y obras de defensa construidas por los romanos.

Tales hombres fueron los predecesores del ingeniero de la era moderna. La diferencia más significativa entre aquellos antiguos ingenieros y los de nuestros días, es el conocimiento en que se basan sus obras. Los primitivos ingenieros diseñaban puentes, máquinas y otras obras de importancia sobre la base de un conocimiento práctico o empírico, el sentido común, la experimentación y la inventiva personal. El "saber hacer" era una acumulación de experiencias adquiridas principalmente por medio del sistema del aprendizaje, y a la cual contribuía cada individuo. En contraste con los ingenieros de nuestros días, los antiguos practicantes carecían casi por completo del conocimiento de la ciencia, - lo que es explicable: la ciencia prácticamente no existía.

La Ingeniería apareció con el primer ser humano. Se puede hablar de Ingeniería desde el primer momento en que se dio forma a una piedra para convertirla en una herramienta o cuando los primeros humanos usaron la energía de forma consciente al encender una hoguera. Desde entonces, el desarrollo de la Ingeniería ha ido parejo con el de la Humanidad. Se podría decir que la ingeniería comenzó cuando los humanos empezaron a ingeniar artículos para su vida cotidiana. Los primeros hombres utilizaron algunos principios de la ingeniería para conseguir sus alimentos, pieles y construir armas de defensa como hachas, puntas de lanzas, martillos etc. El desarrollo de la ingeniería comenzó con la revolución agrícola (año 8000 a. C.) cuando las tribus dejaron de ser nómadas para cultivar sus productos y criar animales comestibles. Hacia el año 4000 a. C., con los asentamientos alrededor de los ríos Nilo, Éufrates e Indo, se inició la civilización con escritura y gobierno.

Hasta épocas relativamente recientes, bajo el término arquitecto se englobaba a la persona que dominaba los conocimientos arquitectónicos, estructurales, geológicos, hidráulicos necesarios para la construcción de las obras civiles, militares y máquinas de las distintas épocas. Comulga con esta visión los 10 libros de Marco Vitrubio (siglo I a. C.) "De Architectura", en los que se tratan temas hoy día asociados a la moderna arquitectura, la ingeniería civil, militar y mecánica. Es tras el Renacimiento cuando el desarrollo del conocimiento y las nuevas demandas sociales obligan a la especialización de las ramas.

Fue la necesidad quien hizo a los primeros ingenieros civiles de la historia. En España está considerado como el primer ingeniero civil Santo Domingo de la Calzada, el santo que construyó parte del Camino de Santiago, principalmente los puentes.

Los orígenes de muchas de las técnicas y herramientas de uso común en nuestros días se pierden en la antigüedad. Quizás el ejemplo más evidente sea el hecho de que casi todos los métodos modernos de generación de energía estén basados en el fuego, del que nadie sabe cuándo se consiguió por vez primera, pero es evidente que requirió una capacidad intelectual importante. Se pueden citar otros ejemplos de elementos esenciales para el desarrollo actual de la tecnología, tales como la rueda, la palanca, la polea y los métodos para la fundición de metales, que se han venido usando durante miles de años y a los que no es posible poner fecha.

El trabajo de la piedra conoció un alto grado de desarrollo en la Antigüedad, como lo demuestran las gigantescas estructuras de Mesopotamia, Egipto y América Central que todavía existen hoy. Así, por ejemplo, la más grande de las pirámides, la Gran Pirámide de Cheops, tenía originalmente una altura similar a la de un edificio de 48 pisos y su construcción se puede fijar entre 4.235 y 2.450 a.C. Se trata de un monumento a las capacidades de los hombres que ha resistido el paso de 6.000 años.

Hubo otros logros en la Antigüedad, quizás no tan espectaculares como las pirámides pero con un mayor impacto en el desarrollo de la Humanidad, como la construcción de canales y acueductos, que hicieron posible la aparición de ciudades y la expansión de la agricultura. Mucho antes del 3.000 a.C., los Sumerios habían drenado las marismas del Golfo Pérsico y construido canales para irrigación. Del mismo modo, la sustitución de la energía humana por otros tipos de energía, o el desarrollo de estas nuevas fuentes han supuesto igualmente hitos fundamentales en el desarrollo de la técnica. El uso de bueyes y, posteriormente con la aparición del arado, de caballos (más rápidos y eficientes que los bueyes), permitió al hombre disponer de nuevas fuentes motrices. En este sentido, el salto más importante se dio al reemplazar la energía animal por la mecánica, dando inicio al periodo que se conoce como Revolución Industrial.

Mención especial merecen los desarrollos alcanzados en la Antigua China. Uno de ellos ya ha sido citado, el arado, pero fueron muchos y de gran importancia los desarrollos importados por Occidente, como por ejemplo, el papel (piénsese que el grado de desarrollo de una sociedad se mide por la cantidad de papel consumido), el cigüeñal, que permite convertir movimientos lineales en rotatorios y viceversa, o la pólvora. También en Occidente se realizaron aportaciones de vital interés. Los Romanos inventaron la argamasa y extendieron un elemento cuya capacidad proporcionaba desconocidas posibilidades: el arco. Sin embargo, sus inventores, los etruscos, hicieron poco uso de él. El arco permitió construir las espectaculares catedrales góticas europeas, mucho antes del desarrollo de cualquier teoría de las estructuras.

Normalmente se piensa en la Edad Media como un periodo de estancamiento caracterizado por la falta de progreso social. Sin embargo, algunas de las más grandes creaciones arquitectónicas de la Humanidad, las catedrales, datan de esa época. Además, dos máquinas inventadas en ese periodo han tenido un enorme impacto en el progreso subsiguiente: el reloj de contrapeso y la imprenta, inventada por Gutemberg en 1.450. Georgius Agrícola (1.494-1.555) y Galileo Galilei (1.564-1.642) establecieron las bases científicas de la ingeniería. El primero, en su obra póstuma *De Re Metallica* (1.556) recopiló y organizó de forma sistemática todo el conocimiento existente sobre minería y metalurgia, siendo la principal autoridad en la materia durante cerca de 200 años. Galileo es conocido por sus observaciones astronómicas y por su declaración de que objetos de diferentes masas se ven sometidos a la misma "tasa" de caída. Galileo también intentó desarrollar teorías tensionales para estructuras. Aunque sus predicciones fueron erróneas al no considerar la elasticidad de los materiales, poco tiempo después Robert Hooke publicó el primer artículo sobre elasticidad (1.678) que sentó las bases de la actual teoría de la elasticidad. Como se ve, en la Historia aparecen genios cuya influencia en el desarrollo posterior de la técnica es enorme. Galileo fue uno de ellos, como también lo fue Newton cuyos principales legados fueron las tres famosas leyes del movimiento, la solución al problema del movimiento de los planetas y el desarrollo del cálculo matemático.

El siglo XVII fue, como se ve, excepcional para el desarrollo posterior de la ingeniería. Hacia su final, ocurrió un hecho crucial, puesto que el hombre aprendió a convertir energía calorífica en trabajo mecánico, algo inconcebible hasta entonces. Para llegar a este descubrimiento, tuvieron que realizarse antes otros muchos: hubo que "descubrir" la atmósfera (Galileo, Torricelli y Viviani) y la presión atmosférica (Pascal). En 1.672, Otto Von Guericke inventó la primera bomba de aire: el desarrollo de un cilindro con un pistón móvil sería crucial para el posterior desarrollo del "motor de fuego", como entonces se le dio en llamar. Sólo faltaba mover el pistón con energía calorífica. Esto lo consiguió Denis Papin en 1.691, sentando las bases del motor de vapor que, en 1.705, Thomas Newcomen puso en práctica. Su motor era útil y práctico, pero lento e ineficiente. Tuvieron que pasar casi 70 años hasta que James Watt (1.736-1.819) presentara su máquina de vapor (1.774), base de la Revolución Industrial.

Aunque se suele fechar la Revolución Industrial entre 1.750 y 1.850, fue en la parte central de este periodo cuando se vivieron los mayores cambios. Los motores de Watt empezaron a usarse de modo general hacia 1.750 y para 1.825, aparecieron las primeras locomotoras dotadas de motores más evolucionados, ligeros y potentes, que usaban vapor a alta presión en vez de vapor a presión atmosférica. El motor de vapor cambió radicalmente las factorías existentes hasta entonces, basadas en molinos de agua o de viento. A partir de ese momento, las fábricas podían situarse prácticamente en cualquier lugar. El desarrollo de fábricas trajo consigo la necesidad de combustible en grandes cantidades que, además, proporcionara suficiente poder calorífico para fundir hierro. La solución la proporcionó el carbón.

La nueva situación llevó parejo el desarrollo de ciudades sucias e impersonales y la explotación de la mano de obra durante los siglos XIX y buena parte del XX. Pero también es

cierto que la evolución en los sistemas de fabricación llevaron a mejoras en la productividad que, a cambio, han revertido en una espectacular mejoría del nivel de vida en los países industrializados. Inglaterra fue, sin duda, el país donde con más fuerza comenzó y se desarrolló la Revolución Industrial. Sin embargo, y ya en su etapa final, el liderazgo comenzó a pasar a los Estados Unidos, una potencia emergente. Gran parte de los esfuerzos ingenieriles de esa época estaban dirigidos hacia la industria del ferrocarril. Así, uno de los grandes logros de ese periodo fue la construcción del ferrocarril de costa a costa de los Estados Unidos (1.862-1.869).

Debe mencionarse un desarrollo más de enorme valor de la ingeniería del siglo XIX: el motor de combustión interna. Durante la segunda mitad del siglo, se llevaron a cabo experimentos en esta línea (Lenoir, Beau de Rochas), y fue en 1.876 cuando Nikolas Otto introdujo su eficiente motor de cuatro tiempos que se usa en la mayor parte de los automóviles actuales. Aunque no se hable normalmente de un periodo con el nombre de revolución eléctrica, perfectamente podría hacerse. Su comienzo se situaría en 1.831 llegando hasta nuestros días. Aunque se habían realizado experimentos antes (Oersted, Ampère), fue Michael Faraday quien formuló el principio fundamental en el cual se basa toda la industria de generación eléctrica actual: se puede inducir corriente eléctrica a partir de cambios en un campo magnético. Como suele ocurrir, inicialmente estos experimentos encontraron pocas aplicaciones, aunque una de ellas sentó las bases de lo que hoy conocemos como ingeniería de Telecomunicación: el desarrollo del telégrafo en 1.835 por Samuel F.B. Hore. En esa misma década aparecieron los primeros motores eléctricos aunque pesados, con poca autonomía y poco eficientes.

La demanda de electricidad se disparó con la aparición del alumbrado eléctrico (Thomas Edison, 1.879), y para 1.890 ya se habían desarrollado modernos generadores con lo que todo estaba dispuesto para que la industria pudiera hacer uso de la energía eléctrica. No sería justo abandonar el siglo XIX sin hacer mención a dos investigadores cuyos trabajos han sentado las bases para un gran número de desarrollos posteriores: S. Carnot y J.C. Maxwell. Carnot describió los principios de la termodinámica y la eficiencia energética en su obra *Reflections on the Motive Power of Fire* (1.824), principios aún vigentes. Maxwell estableció los fundamentos de la teoría de campos electromagnéticos (1.865) que, entre otras cosas, fijó los cimientos para el posterior desarrollo de las radiocomunicaciones y el radar.

En este punto, es decir, al comienzo del siglo XX, se entra en una dinámica de desarrollos no conocida hasta entonces y en la que nos hallamos inmersos de pleno, por lo que es difícil aún evaluar su importancia en toda su magnitud. Hay que decir que, en justicia, muchos de los logros del siglo XX se basan en desarrollos anteriores: el teléfono, ó la aparición de los aviones son prueba de ello, sin embargo, ha habido también grandes contribuciones a la ingeniería, plasmadas en trabajos tales como los de Nikola Tesla, Thomas Edison o Stephen Timoshenko. De hecho, se han producido dos desarrollos que han afectado profundamente a la ingeniería y sin duda tendrán una gran repercusión en el futuro: la aparición de la mecánica cuántica y la teoría de la relatividad (Albert Einstein y otros) y el desarrollo de la electrónica primero en tubos de vacío y posteriormente de estado sólido, con la

consecuencia de la invención del microprocesador y a partir de él, de la informática como herramienta de ingeniería.

2. INGENIERÍA CIVIL EN NICARAGUA.

Tomado de (Universia, 2010). La ingeniería en nuestro país se ha desarrollado paso a paso, ya que los primeros indicios se remontan a 1680, cuando se funda el seminario de San Ramón en la ciudad de León, donde se impartieron los primeros cursos de Aritmética, Geometría, Álgebra y Física, alcanzando dicho seminario el nivel de universidad por decreto real el 10 de enero de 1812. En 1881 se funda la Escuela de Artes y Oficios en Managua bajo la dirección de ingenieros franceses, formando maestranza de ferrocarril y entrenamiento de obreros ferroviarios, esto como respuesta a la construcción de vías del Ferrocarril de la época; obra que habrá de ser el eje de mayor influencia en el desarrollo de la Ingeniería Nacional.

Sin embargo, la génesis de la UNI se remonta al año de 1941, cuando se creó la Escuela de Ingeniería bajo la conducción del Ing. Julio Padilla Méndez; en Agosto del este año (1941) se incorpora a la recién creada UNIVERSIDAD CENTRAL DE NICARAGUA adoptando el nombre de facultad de Ciencias Físico- Matemáticas. En esta Facultad se imparte cursos para la carrera de Ingeniería Civil, y contempla la ampliación a las carreras de Arquitectura, Ingeniería en Minas e Ingeniería Eléctrica.

En 1946 se da la primera graduación de ingenieros civiles, integrada por: Aníbal Arana R., Emilio Cuadra Cha., Salvador García A., Armando Hernández A., Francisco Jarquín B. y Emilio Molina. Este mismo año se cierra la Universidad Central, a raíz de las protestas estudiantiles contra el régimen somocista, mas la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas sigue funcionando a pesar de las acciones del Gobierno contra las autoridades docentes y estudiantiles. En 1947 la Universidad de León es elevada a la categoría de Universidad Nacional y la Facultad de ciencias Físico-Matemáticas se incorpora a ella.

La Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas desde su fundación hasta 1959, mantiene invariable su Plan de Estudios y el régimen académico. Es a partir del año 1958, Año de la Autonomía Universitaria, que se inicia la preocupación sobre el funcionamiento, el rendimiento académico, los contenidos del plan de estudio y la ampliación a otras carreras. En 1959, se debate públicamente sobre la deficiencia en matemática que presentan los bachilleres que ingresan a la carrera de Ingeniería, así como la bajísima promoción de graduados de 90 que ingresaban se graduaban tres o cinco cada año-. A partir de este año se aplicaba examen de admisión a los bachilleres aspirantes a la carrera de ingeniería; este tipo de examen se mantuvo hasta el año de 1967 en que se transformó en examen de Clasificación.

En 1962, fallece el fundador de la Facultad, Ingeniero Julio Padilla Méndez, dejando un digno ejemplo de perseverancia y entrega a la formación de ingenieros. La Decanatura es

asumida por uno de los egresados de la segunda promoción, el Ingeniero Carlos Santos Berroterán.

1964, se funda la escuela de Arquitectura adscrita a la misma Facultad, ya que hasta dicha fecha los profesionales de la Arquitectura hacían sus estudios en el exterior. Facultad de Ciencias Físico- Matemáticas amplía su campo con la creación de las carreras de Topografía y Geodesia (1967) y las carreras cortas de Maestro de Obras y Supervisores Industriales (1972) y finalmente se crea la carrera de Ingeniería Agrícola.

Importante destacar que en este período ocurre un hecho notable para la vida universitaria del país. En 1964 las autoridades, profesores y estudiantes de la Facultad de Ciencias Físico- Matemáticas reclaman con éxito al gobierno la entrega de 104 manzanas de terrenos, a cambio de su propiedad, donde funcionaba, en el Centro de Managua. En estas 104 manzanas se comenzaron a edificar en 1969 y corresponde al actual Recinto Universitario Rubén Darío, de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Managua.

En 1968 se aprueba la Primera Transformación Curricular, el nuevo plan de estudio para la carrera de Ingeniería Civil, se elaboró en base a las recomendaciones de la II Mesa Redonda de Facultades de Ingeniería de Centroamérica. Esta transformación significó la actualización de la enseñanza de la ingeniería en concordancia con los otros países Centroamericanos y la adopción del régimen semestral y el sistema de créditos.

La enseñanza de la ingeniería en Nicaragua se amplía con la creación de la Universidad Centroamericana (UCA) en el año de 1961, en la ciudad de Managua. En la UCA se crea en la Facultad de Ingeniería las carreras de Ingeniería Civil, Ingeniería Electromecánica e Ingeniería Química Industrial.

La facultad de Ingeniería de la UCA , amplía rápidamente su campo de formación, alcanzando ocho especialidades en el año de 1980: Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Industrial, Ingeniería Industrial- Química, Ingeniería Civil, Ingeniería Civil-Administrativa, Ingeniería Electrónica y Ciencias de la Computación.

En el año de 1979, meses después del triunfo de la Revolución Popular Sandinista, el 19 de Julio, se inicia en la Educación

Superior una profunda transformación de todo el Sistema. Los elementos mas significativos de esta transformación son los siguientes:

Creación del Consejo Nacional de la Ecuación Superior (CNES), con los fines de normar y llevar control de las actividades académicas, financieras y administrativas de los centros de educación superior del país.

Separación de la UNAN en dos núcleos independientes, UNAN- León y UNAN- Managua, con el fin de eliminar la dependencia del núcleo de Managua con respecto al de León.

Regresar el régimen anual y al Sistema de Bloques, eliminando el régimen semestral y el Sistema de Créditos.

Conformación de nuevos planes de estudios y programas de asignaturas, partiendo de la definición clara de los campos de ocupación de cada una de las especialidades.

Traslado de las carreras y cursos de formación no universitaria a los Centros correspondientes.

En octubre de 1982, el presidente del Consejo Nacional de Educación Superior (CNES), el Dr. Ernesto Castillo Martínez se contacta con el Ing. Juan Sánchez Barquero, proponiéndole coordinar una comisión integrada por el decano de Ingeniería de la UCA y el decano de la facultad de Ciencias Físico - Matemáticas de la UNAN , para instaurar una institución de educación superior que agrupara la enseñanza de la ingeniería y la arquitectura en Nicaragua, la cual tenía que iniciar sus funciones en 1983.

El siete de febrero de 1983, por decreto 1234 de la Junta de Gobierno de Reconstrucción Nacional, la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), empieza sus funciones en la enseñanza de la ingeniería y la arquitectura con una etapa de planificación de la enseñanza tecnológica. Según el Ing. Juan Sánchez Barquero, quien es rector fundador de la universidad, realizaron un estudio durante el primer año de funcionamiento, para calcular la demanda de profesionales que necesitaba el país basado en los proyectos de inversión a ejecutarse en esa época, y así no desperdiciar los recursos del Estado y lograr una buena inversión en la educación.

3. LA INGENIERÍA ACTUAL.

Los ingenieros de la antigüedad sufrieron impedimentos en su trabajo puesto que tenían poco conocimiento de la ciencia, situación que existió hasta tiempos relativamente recientes. Todo esto ha cambiado. En el siglo pasado y en lo que va del presente, el conocimiento científico ha florecido con una inmensa acumulación de información. El conocimiento humano de la estructura de la materia, los fenómenos electromagnéticos, los elementos químicos y sus relaciones, las leyes del movimiento, los procesos de transmisión de energía y muchos otros aspectos del mundo físico, ha aumentado enormemente. Mucho de lo que se enseña ahora en los cursos de física de secundaria y preparatoria, era desconocido cuando Watt desarrolló su máquina de vapor y, no obstante, el contenido de esos cursos es sólo una fracción de lo que se sabe en la actualidad.

En el siglo XIX los ingenieros se dieron cuenta de la potencialidad que este cuerpo creciente de conocimientos científicos ofrecía para la resolución de los problemas prácticos de la humanidad, y comenzaron a aprovecharlo. Con este cambio tan importante, como es el extenso empleo de los principios científicos para la resolución de problemas, la ingeniería antigua evolucionó hasta su forma moderna.

Si se supone que la ingeniería contemporánea es simplemente una extensión de la ciencia,

como consideran erróneamente algunos autores, no se percata uno de un punto muy importante y se tiene una falsa imagen de la profesión. Los ingenieros ya existían mucho antes de que hubiera un cuerpo o conjunto significativo de conocimientos científicos, y fungían entonces, igual que en la actualidad, como los expertos de la sociedad para la creación de sus más complejas obras: aparatos, máquinas, construcciones y procesos. Posteriormente, el más amplio conocimiento humano del mundo físico produjo un significativo cambio en este campo. La ingeniería de nuestros días se enfrenta esencialmente a los mismos tipos de problemas, pero la ciencia se utiliza ahora en forma amplia en la resolución de tales problemas. Obsérvese, sin embargo, que la capacidad inventiva, el criterio experimentado y los conocimientos empíricos ayudan mucho *todavía* a solucionar los problemas de ingeniería.

Hay un cercano paralelismo entre la evolución de la ingeniería y la de la medicina. Los especialistas en la curación de las enfermedades han evolucionado desde muy remotas épocas. Los predecesores de los médicos de hoy practicaron durante muchos siglos lo que era esencialmente un arte; no había ningún cuerpo de conocimientos científicos en qué confiar. En tiempos relativamente recientes la bacteriología, la fisiología y otras ciencias biológicas se desarrollaron hasta formar un cúmulo considerable de conocimientos científicos, y los médicos comenzaron a aplicarlos en el tratamiento de los problemas de la salud.

Por consiguiente, los médicos y los ingenieros son especialistas en resolución de problemas; sus orígenes se encuentran en las profundidades de la historia, y son ellos quienes finalmente, y en forma lógica, han asumido la responsabilidad de *aplicar* un cierto conjunto de conocimientos científicos. *Siempre han estado orientadas hacia la resolución de problemas, y lo están aún.* Su motivo primordial es resolver el problema que tengan a mano. Si por casualidad se enfrentan con un problema para el cual el conocimiento científico no da solución, de todos modos intentarán resolverlo. (¡Un cirujano no se apartará de un paciente en la mesa de operaciones si encuentra una situación para la cual la ciencia no le dice qué tiene que hacer!) El médico y el ingeniero tienen un trabajo que realizar, y llegarán a la solución de un problema mediante la experimentación, el sentido común, el ingenio, o quizá otros medios, si los conocimientos científicos de la época no cubren la situación que se presente. Así pues, el ingeniero no existe *solamente* para la aplicación de la ciencia, sino que existe para resolver problemas, y en tal acción utiliza los conocimientos científicos disponibles.

4. INGENIO O CREATIVIDAD EN LA INGENIERIA

¿Ingeniería viene de la palabra Ingenio ?

La palabra inicial es ENGINE que significa "ingenio" por invento o máquina inventada. De ahí se desprende ingeniero, o sea "maquinista" o fabricante o encargado de las máquinas.

Ingenio viene del latín "ingenium" = Facultad del hombre para discurrir o inventar con prontitud y facilidad. (Diccionario de la RAE).

(De ingenio, máquina o artificio).

1. m. y f. Persona que profesa la ingeniería o alguna de sus ramas. MORF. U. t. la forma en m. para designar el f. Silvia es ingeniero.
2. m. ant. Hombre que discurre con ingenio las trazas y modos de conseguir o ejecutar algo.

Ingeniero: dentro de su área de preparación, aplica su ingenio para dar soluciones eficaces a planteamientos prácticos y existentes en una empresa. Lo anterior nos indica que el ingeniero está íntimamente ligado a la solución ingeniosa que coadyuve a mejorar la competitividad de la empresa o institución para la que trabaja.

El ingeniero civil, es un profesional capacitado para utilizar apropiadamente los materiales y la energía, aplicando tecnologías para transformarlos en obras para beneficio de la comunidad. Tales como: sistemas viales, sanitarios, hidráulicos, estructurales, de transporte, de protección y conservación ambiental.

En general, existe un gran número de posibles soluciones técnicas para un mismo problema y muchas veces ninguno de ellas es claramente preferible a otra. Es la labor de un Ingeniero Civil conocer todas ellas para descartar las menos adecuadas y estudiar únicamente aquellas más prometedoras, ahorrando así tiempo y dinero. Es también labor del Ingeniero Civil el conocimiento de las posibles formas de ejecución de la solución adoptada o de la maquinaria disponible para ello. Debe, además, tener los conocimientos necesarios para evaluar los posibles problemas que se puedan presentar en la obra y adoptar la decisión correcta, considerando, entre otros, aspectos de carácter social y medio ambiental.

Entonces, sería bueno recapacitar en lo siguiente: Ingenio vs ingeniería, ¿difícil decisión?

La infinidad de problemas que suceden cada día en las empresas del país, sean resueltos con el famoso **ingenio ya que le proporciona una gran flexibilidad y facilidad de adaptación a condiciones adversas en la industria**. No cabe duda que el esquema práctico de resolución de problemas a través de la creatividad de miles de trabajadores, ha mantenido a las empresas funcionando para bienestar del país.

El **ingenio** esporádico y de respuesta de situaciones aisladas puede solucionar los problemas que suelen aparecer en las empresas de forma cotidiana, pero nunca sólo ocasionalmente, o por lo menos no de manera sistematizada, generará innovaciones que perduren.

Los beneficios que conlleva la utilización de la ingeniería de procesos en las industrias en México son definitivamente a largo plazo, pero se asegura que serán sostenibles y podrán generar un impacto positivo en nuestra sociedad.

El mercado actual cada vez admite menos fronteras, las compañías buscan expandir sus mercados, las protecciones locales están desapareciendo, por lo que únicamente con la mejora de sus procesos industriales, las empresas podrán mantenerse en el mercado de forma rentable y generar un mayor crecimiento en sus países.

Posiblemente la generación actual no pueda apreciar estos beneficios en su plenitud, pero definitivamente ciertos efectos empezarán a aparecer en el corto plazo. El desarrollo de la industria debe estar fuertemente fundamentado y la ingeniería sobre el **ingenio** informal podría ser el inicio del largo camino que deberá de recorrerse.

5. APORTACIONES DE LA INGENIERÍA A LA HUMANIDAD

La Ingeniería apareció con el ser humano. Se puede hablar de Ingeniería desde el primer momento en que se dio forma a una piedra para convertirla en una herramienta, o cuando los primeros humanos usaron la energía de forma consciente al encender una hoguera. Desde entonces, el desarrollo de la Ingeniería ha ido parejo con el de la Humanidad.

Los orígenes de muchas de las técnicas y herramientas de uso común en nuestros días se pierden en la antigüedad. Quizás el ejemplo más evidente sea el hecho de que casi todos los métodos modernos de generación de energía estén basados en el fuego, del que nadie sabe cuando se consiguió por vez primera, pero es evidente que requirió una capacidad intelectual importante. Se pueden citar otros ejemplos de elementos esenciales para el desarrollo actual de la tecnología, tales como la rueda, la palanca, la polea y los métodos para la fundición de metales, que se han venido usando durante miles de años y a los que no es posible poner fecha.

El trabajo con la piedra conoció un alto grado de desarrollo en la Antigüedad, como lo demuestran las gigantescas estructuras de Mesopotamia, Egipto y América Central que todavía existen hoy. Así, por ejemplo, la más grande de las pirámides, la Gran Pirámide de Keops tenía originalmente una altura similar a la de un edificio de 48 pisos y su construcción se puede fijar entre 4.235 y 2.450 a.C. Se trata de un monumento a las capacidades del hombre que ha resistido el paso de 6.000 años.

Hubo otros logros en la Antigüedad, quizás no tan espectaculares como las pirámides pero con un mayor impacto en el desarrollo de la Humanidad, como, la construcción de canales y acueductos, que hicieron posible la aparición de ciudades y la expansión de la agricultura. Mucho antes del 3.000 a.C., los Sumerios habían drenado las marismas del Golfo Pérsico y construido canales para irrigación. Del mismo modo, la sustitución de la energía humana por otros tipos de energía, o el desarrollo de estas nuevas fuentes han supuesto igualmente hitos fundamentales en el desarrollo de la técnica. El uso de bueyes y posteriormente con la aparición del arado, de caballos (más rápidos y eficientes que los bueyes), permitió al hombre disponer de nuevas fuentes motrices. En este sentido, el salto más importante se dio al reemplazar la energía animal por la mecánica, dando inicio al periodo que se conoce como Revolución Industrial.

Mención especial merecen los desarrollos alcanzados en la Antigua China. Uno de ellos ya ha sido citado, el arado, pero fueron muchos y de gran importancia los desarrollos importados por Occidente, como por ejemplo, el papel (piénsese que el grado de desarrollo de una sociedad se mide por la cantidad de papel consumido), el cigüeñal, que permite

convertir movimientos lineales en rotatorios y viceversa, o la pólvora. También en Occidente se realizaron aportaciones de vital interés. Los Romanos inventaron la argamasa y extendieron un elemento cuya capacidad proporcionaba desconocidas posibilidades: el arco. Sin embargo, sus inventores, los etruscos, hicieron poco uso de él. El arco permitió construir las espectaculares catedrales góticas europeas, mucho antes del desarrollo de cualquier teoría de las estructuras. Normalmente se piensa en la Edad Media como un periodo de estancamiento caracterizado por la falta de progreso social. Sin embargo, algunas de las más grandes creaciones arquitectónicas de la Humanidad, las catedrales, datan de esa época. Además, dos máquinas inventadas en ese periodo han tenido un enorme impacto en el progreso subsiguiente: el reloj de contrapeso y la imprenta, inventada por Gutenberg en 1.450. Georgius Agrícola (1.494-1.555) y Galileo Galilei (1.564-1.642) establecieron las bases científicas de la ingeniería. El primero, en su obra póstuma *De Re Metallica* (1.556) recopiló y organizó de forma sistemática todo el conocimiento existente sobre minería y metalurgia, siendo la principal autoridad en la materia durante cerca de 200 años. Galileo es conocido por sus observaciones astronómicas y por su declaración de que objetos de diferentes masas se ven sometidos a la misma "tasa" de caída. Galileo también intentó desarrollar teorías tensionales para estructuras. Aunque sus predicciones fueron erróneas al no considerar la elasticidad de los materiales, poco tiempo después Robert Hooke publicó el primer artículo sobre elasticidad (1.678) que sentó las bases de la actual teoría de la elasticidad. Como se ve, en la Historia aparecen genios cuya influencia en el desarrollo posterior de la técnica es enorme. Galileo fue uno de ellos, como también lo fue Newton cuyos principales legados fueron las tres famosas leyes del movimiento, la solución al problema del movimiento de los planetas, y el desarrollo del cálculo matemático.

El siglo XVII fue, como se ve, excepcional para el desarrollo posterior de la ingeniería. Hacia su final, ocurrió un hecho crucial, puesto que el hombre aprendió a convertir energía calorífica en trabajo mecánico, algo inconcebible hasta entonces. Para llegar a este descubrimiento, tuvieron que realizarse antes otros muchos: hubo que "descubrir" la atmósfera (Galileo, Torricelli y Viviani) y la presión atmosférica (Pascal). En 1.672, Otto Von Guericke inventó la primera bomba de aire: el desarrollo de un cilindro con un pistón móvil sería crucial para el posterior desarrollo del "motor de fuego", como entonces se le dio en llamar. Sólo faltaba mover el pistón con energía calorífica. Esto lo consiguió Denis Papin en 1.691, sentando las bases del motor de vapor que, en 1.705, Thomas Newcomen puso en práctica. Su motor era útil y práctico, pero lento e ineficiente. Tuvieron que pasar casi 70 años hasta que James Watt (1.736-1.819) presentara su máquina de vapor (1.774), base de la Revolución Industrial.

Aunque se suele fechar la Revolución Industrial entre 1.750 y 1.850, fue en la parte central de este periodo cuando se vivieron los mayores cambios. Los motores de Watt empezaron a usarse de modo general hacia 1.750 y para 1.825 aparecieron las primeras locomotoras dotadas de motores más evolucionados, ligeros y potentes, que usaban vapor a alta presión en vez de vapor a presión atmosférica.

El motor de vapor cambió radicalmente las factorías existentes hasta entonces, basadas en molinos de agua o de viento. A partir de ese momento, las fábricas podían situarse

prácticamente en cualquier lugar. El desarrollo de fábricas trajo consigo la necesidad de combustible en grandes cantidades que, además, proporcionara suficiente poder calorífico para fundir hierro. La solución la proporcionó el carbón.

La nueva situación llevó parejo el desarrollo de ciudades sucias e impersonales y la explotación de la mano de obra durante los siglos XIX y buena parte del XX. Pero también es cierto que la evolución en los sistemas de fabricación llevaron a mejoras en la productividad que, a cambio, han revertido en una espectacular mejoría del nivel de vida en los países industrializados.

Inglaterra fue, sin duda, el país donde con más fuerza comenzó y se desarrolló la Revolución Industrial. Sin embargo, y ya en su etapa final, el liderazgo comenzó a pasar a los Estados Unidos, una potencia emergente. Gran parte de los esfuerzos ingenieriles de esa época estaban dirigidos hacia la industria del ferrocarril. Así, uno de los grandes logros de ese periodo fue la construcción del ferrocarril de costa a costa de los Estados Unidos (1.862-1.869).

Debe mencionarse un desarrollo más de enorme valor, de la ingeniería del siglo XIX : el motor de combustión interna. Durante la segunda mitad del siglo se llevaron a cabo experimentos en esta línea (Lenoir, Beau de Rochas), y fue en 1.876 cuando Nikolas Otto introdujo su eficiente motor de cuatro tiempos que se usa en la mayor parte de los automóviles actuales.

Aunque no se hable normalmente de un periodo con el nombre de "revolución eléctrica", perfectamente podría hacerse. Su comienzo se situaría en 1.831 llegando hasta nuestros días.

Aunque se habían realizado experimentos antes (Oersted, Ampère), fue Michael Faraday quien formuló el principio fundamental en el cual se basa toda la industria de generación eléctrica actual: se puede inducir corriente eléctrica a partir de cambios en un campo magnético. Como suele ocurrir, inicialmente estos experimentos encontraron pocas aplicaciones, aunque una de ellas sentó las bases de lo que hoy conocemos como ingeniería de Telecomunicación: el desarrollo del telégrafo en 1.835 por Samuel F.B. Hore. En esa misma década aparecieron los primeros motores eléctricos aunque pesados, con poca autonomía y poco eficientes.

La demanda de electricidad se disparó con la aparición del alumbrado eléctrico (Thomas Edison, 1.879), y para 1.890 ya se habían desarrollado modernos generadores con lo que todo estaba dispuesto para que la industria pudiera hacer uso de la energía eléctrica.

No sería justo abandonar el siglo XIX sin hacer mención a dos investigadores cuyos trabajos han sentado las bases para un gran número de desarrollos posteriores: S. Carnot y J.C. Maxwell. Carnot describió los principios de la termodinámica y la eficiencia energética en su obra *Reflections on the Motive Power of Fire* (1.824), principios aún vigentes. Maxwell estableció los fundamentos de la teoría de campos electromagnéticos (1.865) que, entre

otras cosas, fijó los cimientos para el posterior desarrollo de las radiocomunicaciones y el radar.

En este punto, es decir, al comienzo del siglo XX, se entra en una dinámica de desarrollos no conocida hasta entonces y en la que nos hallamos inmersos de pleno, por lo que es difícil aún evaluar su importancia en toda su magnitud. Hay que decir que, en justicia, muchos de los logros del siglo XX se basan en desarrollos anteriores: el teléfono, ó la aparición de los aviones son prueba de ello, sin embargo, ha habido también grandes contribuciones a la ingeniería, plasmadas en trabajos tales como los de Nikola Tesla, Thomas Edison o Stephen Timoshenko.

De hecho, se han producido dos desarrollos que han afectado profundamente a la ingeniería y sin duda tendrán una gran repercusión en el futuro: la aparición de la mecánica cuántica y la teoría de la relatividad (Albert Einstein y otros) y el desarrollo de la electrónica primero en tubos de vacío y posteriormente de estado sólido, con la consecuencia de la invención del microprocesador y a partir de él, de la informática como herramienta de ingeniería.

6. DEBERES DEL INGENIERO COMO PROFESIONAL

- Confianza en los valores esenciales del individuo.
- Respeto a los derechos individuales.
- Comprensión amplia de la sociedad y de sus potencialidades.
- Reconocimientos de deberes y responsabilidades.
- Estar al servicio de toda persona respetuosa de su dignidad, no engañar ni engañarse.
- Buen comportamiento.
- El campo de la ingeniería es muy amplio, debe seguir continuamente su superación.
- Tener funciones definidas.
- Principios o deontología orientadores de sus actividades.
- Conocimiento, técnicas y actitudes identificables.
- Ejercicio reservado a un personal especialmente preparado.
- Formación a nivel universitario.
- Actitudes profesionales hacia los que reciben los servicios profesionales.
- Sentido de servicio y tendencia a ser utilidad y beneficios al grupo social.
- Honradez.
- Honestidad
- Cortesía

7. LOS CONOCIMIENTOS NECESARIOS DEL INGENIERO CIVIL

- Conocimientos de cálculo de esfuerzos en estructuras ante diferentes solicitaciones (comportamiento de las vigas de un puente ante el paso de un vehículo, de una presa ante la presión hidrostática del agua que retiene, de una zapata al transmitir el peso de la estructura que sustenta al terreno.
- Conocimientos de los materiales que se utilizarán en la ejecución de la obra (resistencia, peso, envejecimiento, etc.).

- Conocimientos del comportamiento del terreno ante las solicitudes de las estructuras que se apoyen en él (capacidad portante, estabilidad ante dichas solicitaciones, etc.).
- Conocimientos de Hidrología para el cálculo de avenidas o caudales para el diseño de presas o azudes, dimensionamiento de luces de puentes, etc.
- Conocimiento de técnicas de cálculo de aforos para el dimensionamiento de las carreteras, etc.
- Conocimientos de estética, de historia, de arte, del paisaje, etc.
- Y, por supuesto, conocimiento de los procedimientos, técnicas y maquinaria necesarios para la aplicación de los conocimientos anteriores.
- El ingeniero civil tiene que manejar y dominar no sólo las ciencias y las técnicas que se le han entregado en una casa de estudios, sino también velar por la integridad y desarrollo del ser humano en su conjunto.
- Aquí es donde toman preponderancia los valores éticos y morales de un profesional, diferenciando los unos de los otros.
- En este contexto, la regulación establece responsabilidades civiles para el gestor inmobiliario, para el constructor y el proyectista, por los errores en que se haya incurrido si de éstos se derivan daños o perjuicios. Como consecuencia de lo anterior, la ley establece acciones legales traducidas en sanciones y multas para hacer efectivas estas responsabilidades.
- Si bien es cierto el ingeniero civil debe ser respetuoso de este ordenamiento legal, no debe entender que su actuar en el campo profesional deba traducirse en el mero cumplimiento de normas legales, sino que también en el respeto de una serie de normas éticas y morales que deben ser entendidas como la forma lógica de actuar de un profesional y que en definitiva son las que previenen los errores y la negligencia en el ejercicio de la profesión.
- Visto desde este punto de vista, el correcto actuar del ingeniero no debe entenderse como la consecuencia obligada del respeto a la ley y por el temor a los castigos que ella impone a los responsables de errores que deriven en daños, sino que debe centrarse en el actuar con respeto a la persona, la sociedad y su entorno.

Por todo ello, además de una sólida formación, es vital en la labor de un Ingeniero Civil una dilatada experiencia laboral, que le permita reconocer a simple vista el problema y adoptar soluciones que hayan demostrado su fiabilidad en el pasado.

- Facilidad para organizar y dirigir el trabajo en equipo.
- Gusto por las actividades al aire libre, buena adaptación para todo tipo de condiciones ambientales y resistencia física.
- Capacidad para el manejo de conceptos abstractos ya que enfrentará problemas con gran cantidad de variables.
- Habilidad e ingenio y un gusto especial para las matemáticas y la física y un buen nivel de manejo de equipo de cómputo.
- Es importante que se acostumbre a dar órdenes y también a obedecerlas.
- El alumno deberá entender, hablar y escribir el idioma inglés además de un manejo excelente en computación

8. CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES DEL INGENIERO

- Tendrá los conocimientos de física, matemáticas y química que le permitan desarrollar con soltura y profundidad las ciencias de la ingeniería civil.
- Tendrá los conocimientos básicos de estructuras, geotecnia, hidráulica, construcción, sanitaria, sistemas y transportes que le permitan proponer soluciones a los problemas que atiende la ingeniería civil.
- Tendrá los conocimientos de computación y comunicación gráfica para su uso eficaz en la solución de problemas.
- Tendrá conocimientos generales de administración y evaluación de proyectos.
- Conocimientos de cálculo de esfuerzos en estructuras ante diferentes solicitaciones (comportamiento de las vigas de un puente ante el paso de un vehículo, de una presa ante la presión hidrostática del agua que retiene, de una zapata al transmitir el peso de la estructura que sustenta al terreno).

Deber ser capaz de:

- Aplicar los conocimientos de las ciencias básicas y de la ingeniería civil a la solución general de problemas concretos identificados con la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de obras de diverso tipo.
- Crear, innovar, asimilar y adaptar las nuevas tecnologías.
- Programar y operar equipo de cómputo.
- Prever y controlar los impactos ecológicos, sociales y económicos de los proyectos.
- Expresarse correctamente en forma oral, escrita y gráfica, así como en una lengua extranjera.
- Coordinar grupos de especialistas en distintas áreas.
- Adaptarse a los cambios de las condiciones de vida.
- Atenderá los problemas de la ingeniería desde una visión inclusiva de la problemática global de los fenómenos sociales.
- Buscará la optimización del uso de los recursos, tanto humanos como materiales.
- Manifestará espíritu de servicio para la sociedad.
- Respetará los valores y costumbres de las comunidades afectadas por las obras.
- Respetará los derechos que implica la dignidad de la condición humana, en particular la de los subordinados.
- Asumirá prácticamente la necesidad de una constante actualización.
- Ejercerá la profesión responsablemente, atendiendo a principios y valores éticos.
- Respetará el ambiente.
- Responderá a la nueva situación del país, marcada por la globalización mundial
- Mostrará iniciativa y liderazgo en todos los ámbitos del ejercicio profesional. El ejercicio profesional de la ingeniería civil comprende todas las actividades y funciones vinculadas a los Establecer la relación del perfil del ingeniero civil con respecto a la sociedad
- Analizar la ética profesional de desempeño de un ingeniero civil.
- Determinar las capacidades técnicas que tiene un ingeniero civil.
- Comparar el modelo educativo del ingeniero civil nicaragüense con otros modelos.
- Confianza en los valores esenciales del individuo.
- Respeto a los derechos individuales.
- Comprensión amplia de la sociedad y de sus potencialidades.
- Reconocimientos de deberes y responsabilidades.

- Estar al servicio de toda persona respetuosa de su dignidad, no engañar ni engañarse.
- Buen comportamiento.
- El campo de la ingeniería es muy amplio, debe seguir continuamente su superación.
- Tener funciones definidas. Ejercicio reservado a un personal especialmente preparado.
- Formación a nivel universitario.
- Actitudes profesionales hacia los que reciben los servicios profesionales.
- sentido de servicio y tendencia a ser utilidad y beneficios al grupo social.

En resumen el egresado de ingeniería civil desarrolla habilidades globales de análisis y diseño, así como de planeación, control, organización y dirección de proyectos de ingeniería. Algunas habilidades terminales asociadas a las globales en cada uno de los subsistemas son:

1. Ambiental: Análisis y diseño de plantas de control de contaminación.
2. Estructuras: Análisis y diseño estructural de edificios comerciales e industriales.
3. Construcción: Administración de la construcción de proyectos de edificación.
4. Transporte: Análisis y diseño de sistemas de transporte.
5. Geotecnia: Estudios de mecánica de suelos
6. Hidráulica: Administración de recursos hidráulicos.

9. DESEMPEÑO DEL INGENIERO CIVIL

Es meritorio destacar que el ingeniero civil, es capaz de desempeñar en su vida profesional diferentes cargos en las distintas áreas de su campo, tales como: ingeniero asistente, calculista, residente, supervisor, consultor., catedrático universitario, investigador, gerente así como diseñador de procedimientos y métodos de trabajo. En general se trabaja se podría generalizar que se puede laborar en:

OBRAS VERTICALES: Diseñar y construir obras verticales de estructuras metálicas, madera y concreto, aplicando los conocimientos adquiridos para:

- urbanización.
- construcción residencial.
- edificios públicos o privados.
- centros comerciales, hospitales.
- instalaciones educativas, culturales y deportivas, etc.

OBRAS HORIZONTALES: Diseñar y construir obras horizontales, tales como: calles, carreteras, puentes, puertos y aeropuertos.

- diseño y construcción de calles.
- intersecciones y avenidas.
- carreteras.
- túneles.
- puentes.

OBRAS HIDRÁULICAS: Diseñar y construir obras hidráulicas, tales como: sistemas de abastecimientos de agua potable, sistemas de captación y disposición de aguas pluviales y aguas negras, presas y obras de protección hidráulica.

- cauces.
- drenajes.
- redes de distribución de agua potable.
- embalses. presas.
- pozos.
- alcantarillado.
- pilas sépticas, etc.

Es importante que en lo relacionado a obras horizontales se incluyen dos campos fuertes de trabajo de la ingeniería civil que son la geotecnia (Suelo y geología) y el transporte (Diseño Geométrico, tráfico y transporte).

La profesión de la ingeniería civil moderna es tan amplia y diversa que hacer una mención de todas las posibles funciones que un ingeniero pueda desempeñar es difícil, aunque se intentarán resumir de las principales.

Investigación: La investigación consiste en el proceso de aprender de la Naturaleza y obtener teorías útiles a partir de este conocimiento.

Diseño y Desarrollo: Los términos Diseño y Desarrollo van íntimamente ligados, por lo que no suele tener sentido dar definiciones independientes para cada uno. En la práctica, el término diseño suele hacer referencia a las primeras etapas de un proyecto, en la que se analizan, comparan y prueban los diferentes métodos por los que ese proyecto se puede llevar a cabo. El término desarrollo se refiere más a las fases siguientes del proyecto, cuando se han decidido las bases del método a seguir y es entonces necesario establecer las formas exactas y las relaciones entre los componentes.

Ensayos: Algunas organizaciones tienen departamentos específicos de ensayos separados de sus departamentos de diseño, debido fundamentalmente a que un ingeniero independiente puede ser más objetivo que el diseñador a la hora de evaluar su propia creación.

Fabricación: el ingeniero de fabricación es responsable del producto, lo cual implica no sólo la solución de los problemas que inevitablemente aparecen en todo proceso de fabricación, sino también el desarrollo y la mejora de métodos de producción, incluyendo herramientas y máquinas.

La construcción: Tienen responsabilidad tanto sobre el proceso de construcción, diseño, la calidad o el personal.

Administración: La participación de los ingenieros en el gobierno de una nación tiene un reconocimiento creciente, ya que muchas decisiones de vital importancia para el futuro del país descansan en consideraciones técnicas.

Gestión: Las estadísticas muestran que, más tarde o más temprano, muchos ingenieros pasan a labores de gestión.

Enseñanza: Finalmente, algunos ingenieros se dedican a la enseñanza, fundamentalmente a nivel universitario.

Hemos observado a través del tiempo cómo por alguna razón desconocida han fallado obras que han sido diseñadas y construidas por profesionales del área de la construcción, incluso antes de ser puestas en servicio, y no han cumplido su fin último que es colocar a disposición de la humanidad la ciencia y la tecnología, para satisfacer sus necesidades.

- La primera reacción es encontrar culpables y que sean severamente sancionados, pero lo que más ha importado es que los culpables sean otros. Luego se analiza el origen del problema. ¿Qué falló?
- Aquí es donde empiezan los análisis de expertos, indicando que las fallas las tuvo el proyecto, que no se consideró cierta variable y así otros problemas.
- Pero en algún momento nos preguntamos si todos estos problemas que se produjeron, se hubieran podido detectar antes si los actores de estos procesos hubieran sido lo suficientemente responsables para analizar todos los inconvenientes o algunos se ocultaron o no se tomaron en cuenta para que la obra se efectuara, sin importar las consecuencias. No sería que sólo se analizaron resultados económicos y no su impacto en la comunidad.
- Cuando se equivoca un profesional, puede tener como resultado la muerte de un ser humano. Cuando una obra civil se desploma, el resultado, casi seguro, es la muerte de cientos de seres humanos.
- ¿Estamos poniendo la ciencia y tecnología a disposición de la humanidad?
- Permanentemente nuestro quehacer de ingeniero civil se ha visto enfrentado, al igual que otras disciplinas del saber, a una serie de contraposiciones de orden ético.

10. LA NECESIDAD DE LOS INGENIEROS CIVILES Y SUS CONOCIMIENTOS

El crecimiento sostenido del país requiere un desarrollo paralelo de su infraestructura, la cual incluye carreteras, redes de agua potable y gas, desarrollo habitacional, comercial e industrial, mediante el diseño y construcción de obras de edificación y desarrollo urbano, drenaje pluvial y sanitario, plantas de tratamiento de aguas, y sistemas de transporte entre otros. Este desarrollo no se podría dar sin la ayuda del ingeniero civil, el cual mediante una educación global puede participar no sólo en el diseño y planeación de los proyectos de ingeniería, sino también en la construcción y mantenimiento de los mismos.

El estudiante a lo largo de su carrera, adquiere las habilidades mencionadas mediante un extenso uso de herramientas de cómputo, que le permiten obtener solución a un problema dado mediante el manejo de diversas alternativas. En los cursos terminales de cada área, se

emplean paquetes computacionales profesionales en el análisis y diseño como en la administración de proyectos de ingeniería.

Empleo de códigos internacionales de diseño y construcción así como la enseñanza de métodos, sistemas de construcción y nuevos materiales utilizados en otros países y que representan opciones viables en el nuestro.

El ingeniero civil contempla múltiples alternativas de trabajo en el ejercicio de su carrera profesional, pues cuenta con diversas áreas de especialidad. Lugares típicos de trabajo en los que se desempeña son dependencias públicas, empresas de ingeniería, compañías constructoras y gerencias de proyectos.

En dependencias públicas, el ingeniero civil desarrolla generalmente funciones de supervisión de ingeniería y construcción. En empresas de ingeniería participa en el análisis y diseño de estructuras, de plantas de tratamiento de aguas, de proyectos geométricos de carreteras, en estudios de mecánica de suelos, así como en el análisis de diversos métodos de construcción. En compañías constructoras trabaja en la planeación, organización, control y dirección de obras. En gerencias de proyectos apoya al propietario en actividades técnicas y administrativas durante la ejecución de la ingeniería y construcción. Una característica importante del ingeniero civil es su capacidad para desarrollarse como profesionista independiente en todas y cada una de sus áreas de especialidad.

El área técnica y la administrativa son los dos grandes sistemas dentro de el ámbito de trabajo del ingeniero civil. En la primera se desarrolla mediante la ejecución de el análisis y diseño de diversos proyectos de ingeniería, mientras que en la segunda desempeña funciones generales de planeación, control, organización y dirección de proyectos y empresas del ramo. Los proyectos mencionados giran usualmente alrededor de los subsistemas de estructuras, ambiental, transporte, geotecnia, construcción e hidráulica.

Bibliografía Consultada.

Ingeniería, E. T. (s.f.). *Bilbao*. Recuperado el Lunes de 2 Marzo de 2012, de <http://www.ingeniaritza-bilbao.ehu.es/p224-home/es>

Universia, E. (2010). *Estudios Universia.net*. Recuperado el Jueves 5 de Febrero de 2012, de <http://estudios.universia.net/nicaragua/institucion/universidad-nacional-ingenieria/ver/historia>