"El Modelo del Profesional y la Enseñanza de la Ingeniería en los Albores del Siglo XXI. Reflexiones sobre una Experiencia de Diseño Curricular de algo más de diez años en la Carrera de Ingeniería Civil."

Introducción:

La aplicación del principio de fortalecer la formación básica de los profesionales y, ligado a ello, el establecimiento de Carreras Universitarias de amplio perfil como un prerequisito para la formación posterior de Especialistas y como parte de un Sistema de Preparación Superior que incluye el pregrado, el postgrado y la educación permanente fue el punto de partida de la Educación Superior Cubana para la realización del Diseño Curricular de las Carreras de Ingeniería para el período 1990-95, entendiendo este lapso de tiempo como la etapa de introducción paulatina, año tras año, de un nuevo Plan de Estudio de una Carrera Universitaria en convivencia con el Plan de estudio anterior, en fase de liquidación.

El presente trabajo pretende brindar una síntesis de los rasgos esenciales del Diseño Curricular del Plan de Estudio de la Carrera de Ingeniería Civil en Cuba en el período 1988-98 y las reflexiones más significativas alcanzadas en su aplicación luego de haberse producido tres graduaciones de Profesionales de este Plan y al momento de iniciar un nuevo período de perfeccionamiento de estos planes de Estudio con vistas a responder a las exigencias del primer decenio del próximo siglo.

En este trabajo se entiende por "Diseño Curricular" a un sistema de acciones, mecanismos y formulaciones que, para una profesión específica, y en un momento y lugar determinado, permiten elaborar y materializar los objetivos de un proceso formativo que pretende dar respuesta a las necesidades sociales e individuales de esa profesión para otro período de tiempo dado, dentro del concepto de Curriculum como Proyecto y Proceso expresado por Stenhouse [1] :
"Un Curriculum, es una tentativa para comunicar los principios y rasgos esenciales de un propósito educativo, de forma tal que quede abierto a discusión crítica y pueda ser trasladado efectivamente a la práctica".

Como parte del trabajo se abordan algunas de las características generales de los tres aspectos que conforman su título, es decir: "El Modelo del profesional de Ingeniería", "La enseñanza de la Ingeniería" y "Los albores del Siglo XXI" y se intentan algunas reflexiones sobre las perspectivas de su interacción dialéctica en los próximos años.

Concepción teórica del Modelo de Diseño Curricular desarrollado en el período 1988-98.

El Modelo de Diseño Curricular desarrollado en la Carrera de Ingeniería Civil en Cuba en este período se propuso combinar ***las ventajas para la formación científica*** *de un* ***Modelo de carácter disciplinario*** *con* ***las ventajas para la***

formación profesional *de un* ***Modelo de carácter modular,*** *aprovechando las experiencias alcanzadas a través de muchos años en los Planes de Estudio para la formación de Arquitectos e interpretando las mismas de una forma creativa a la luz de las exigencias profesionales para la formación de los Ingenieros, pues ambas profesiones poseen entre sí rasgos cualitativamente diferentes.*
La primera consecuencia práctica de esta posición teórica fue la introducción en el Plan de estudio de ***una nueva Disciplina Principal Integradora*** *que, estructurada a través de diferentes Asignaturas Principales Integradoras, una en cada semestre o momento del Plan de Estudio****, lograra integrar*** *de una manera más productiva una serie de conocimientos y habilidades que se impartían tradicionalmente de forma dispersa siguiendo solamente* ***la lógica de la ciencia*** *de las cuales estos conocimientos y habilidades formaban parte y que, con el nuevo diseño, tendrían la oportunidad de* ***articularse de una forma creativa alrededor de la solución de algún problema profesional de manera tal que sin perder su lógica científica incorporara*** *a la enseñanza de la Ingeniería a través de toda la Carrera* ***la lógica de la profesión*** *y, estrechamente ligado a ello, el desarrollo de capacidades en los estudiantes* ***para la resolución de problemas profesionales no estructurados a partir del uso y la aplicación de los conocimientos y las habilidades de las ciencias estructuradas que lo sustentan****.*

Las asignaturas de esta nueva Disciplina Principal Integradora por su mayor número de horas de clases dentro del Plan de Estudio, por su mayor peso en el sistema de evaluación, por su mayor responsabilidad a la hora de crear en el estudiante los ***objetivos generales no específicos de su formación profesional*** *(capacidad de comunicación, de dirección, de gestión de información, de autopreparación, dominio de lenguas extranjeras, computación, ética, estética, etc.), por* ***el papel que se le asignó en la formación socio - humanística y de valores del futuro ingeniero****, e incluso por sus posibilidades para servir de base a un segundo proceso de integración de otras materias que conservaron su carácter de disciplinas independientes en este diseño, como fue el caso de las disciplinas del llamado ciclo básico: matemática, física, química, computación, dibujo, etc., pasaron de esta forma a constituirse en la "columna vertebral" de la Carrera de Ingeniería Civil y "acompañantes fundamentales" del estudiante de Ingeniería desde su ingreso hasta su egreso de la Universidad.*

Las Asignaturas Principales Integradoras representan desde hace más de siete años entre el 35% y el 55% del fondo total de tiempo lectivo de un estudiante de Ingeniería Civil en Cuba en cada semestre de su Carrera, sin interferir con ello en el carácter disciplinar de las restantes ciencias que ocupan entre el 65% y el 45 % de dicho fondo de tiempo, estructurado generalmente a través de cuatro o cinco asignaturas más, como máximo en cada período lectivo, con un criterio de diseño curricular que incluso pretende que se puedan desarrollar posteriormente algunas posibilidades de integración entre los temas que se tratan en la Asignatura Principal Integradora y las restantes asignaturas que se imparten en ese momento dado, lo que brinda una estructura al Plan de Estudio mucho menos atomizada y dispersa que la de los Planes de Estudio anteriores en los cuales existía una gran

preocupación porque las asignaturas tradicionales respetaran rigurosamente la ***relación de dependencia*** *en el tiempo de una asignatura con respecto a otra pero* ***no se prestaba prácticamente la menor atención a lo que estaba sucediendo con el estudiante en cada momento del aprendizaje integralmente a pesar de que este era el sujeto al cual iba dirigido el proceso y de cuyo proceso de asimilación depende fundamentalmente la calidad de la educación que se brinda .***

Estas nuevas Asignaturas Principales Integradoras requirieron para su diseño e implementación práctica de un riguroso y profundo trabajo de composición que, respetando la lógica de las ciencias que la integraron y la estructura interna de cada ciencia, lograra al mismo tiempo agrupar de una manera armónica un conjunto de temas que formaban parte hasta aquel momento de diferentes asignaturas tradicionales y los articulara alrededor de la solución de determinados problemas profesionales que reunieran las características necesarias para ello, permitiendo tanto al profesor como al estudiante relacionar la obtención de conocimientos científicos con el arte del ejercicio de la ingeniería y que tuviera condiciones favorables ***para aumentar la motivación del estudiante por el estudio y el trabajo profesional.*** *Al hacerlo, fue necesario también* ***realizar una profunda transformación en las concepciones pedagógicas de los procesos de enseñanza aprendizaje en que se soportaban estos cursos de manera tal que se redujera el papel del profesor como transmisor de conocimientos y se potenciara su papel como facilitador y director del proceso, así como los aspectos relativos a la construcción personal del conocimiento por parte del alumno sin lo cual no sería posible lograr en él aprendizajes significativos.***

En estrecha vinculación con esta transformación se llevó a cabo una nueva estructuración del ciclo de asignaturas básicas de la Carrera que extendió el período de enseñanza de la Matemática, la Física y otras Ciencias Básicas del primero al cuarto año de la carrera logrando así que en ningún momento se concentrase el estudio de estas ciencias, ni que este proceso se desarrollase de una manera desvinculada a su aplicación o interpretación en materias de carácter básico – específico y/o profesional, alcanzándose así un proceso de articulación entre las asignaturas de estos ciclos que elevó la motivación y la calidad del aprendizaje en las asignaturas básicas y que elevó al mismo tiempo el rigor y las aplicaciones de la matemática y la física en el planteamiento, solución e interpretación de los temas de las asignaturas de los ciclos básico – específico y de formación profesional con buenos resultados cuantitativos y cualitativos.

Para llevar a cabo este Diseño Curricular fue necesario su elaboración y dirección por parte de una Comisión de Especialistas dentro de un enfoque sistémico como el que se muestra en la figura No 1.

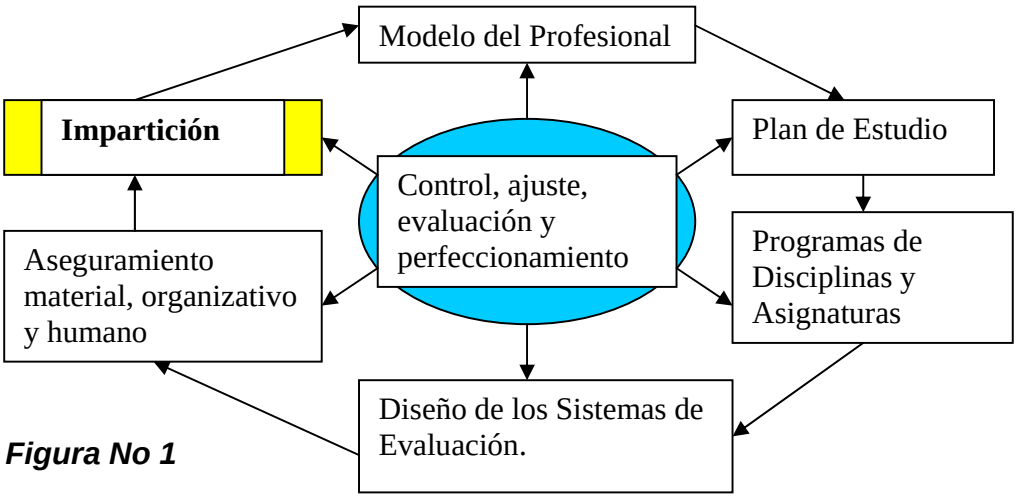

Figura No 1

Esta Comisión de Especialistas por Carrera Universitaria que tuvo la responsabilidad de Diseñar el Proyecto para esa profesión dada, fue al mismo tiempo la máxima responsable de su ejecución e implementación práctica hasta que se produjeron dos graduaciones de profesionales sobre la base del Proyecto elaborado, lo que le brindó a esta labor una integración y sistematicidad nueva.

Las Comisiones de Carrera en Cuba utilizaron como elemento rector y conductor del proceso realizado la definición y desagregación de objetivos, no entendiendo por objetivo a la manera Tyleriana un elemento conductista basado sólo en los fines o metas que se propone lograr un determinado proceso de enseñanza, sino incorporando a este concepto los elementos asociados a la creación en el alumno de los procesos de construcción y asimilación de los conocimientos por si mismos (procesos de aprendizaje), del estudio e interpretación de las contradicciones fundamentales asociadas al desarrollo de un determinado conocimiento o habilidad y las vías para su estudio e investigación, así como los aspectos relativos a la formación de valores en los sujetos de aprendizaje y con los sujetos de aprendizaje así como a la calidad de todos estos procesos.

Tendencias de la Enseñanza de la Ingeniería en que se fundamentó el Diseño Curricular realizado:

El estudio de las tendencias internacionales de la Ingeniería [2], [3], etc., y la experiencia nacional e internacional recogida en múltiples documentos y eventos correspondientes al período 1985-90 y que sirvieron de base para diseñar el Plan de Estudio de los profesionales que se están graduando en el período 1995 –2000 pudo caracterizarse a través de tres rasgos esenciales :

- *Lograr una **formación más sólida y un conocimiento más profundo de las ciencias básicas y los fundamentos de las ciencias de Ingeniería** (matemática, física, computación, química, y las ciencias de ingeniería) por parte de los futuros egresados, con vista a formar un profesional mas capaz e independiente de los cambios tecnológicos por la solidez de su formación teórica y científica general.*

- *Formar un profesional de Ingeniería en estrecha vinculación con la industria que adquiera durante su preparación en la Universidad, las habilidades profesionales básicas que le permitan resolver una vez graduado los problemas más generales y frecuentes de su profesión, que aprenda a resolver problemas profesionales resolviéndolos por si mismo, aunque deba realizarlo en esta etapa bajo la dirección y el control de sus profesores los que tienen la responsabilidad de transmitirle no sólo conocimientos, sino también una forma de pensar y de actuar que caracteriza a toda la profesión de ingeniería, permitiéndole también al estudiante **adquirir de esta forma los fundamentos del arte de hacer ingeniería,** uniendo a un pensamiento lógico bien estructurado, la capacidad creativa y el hábito de ejercer el pensamiento divergente como manifestación consecuente de la palabra "ingenio" que honra y caracteriza toda esta profesión, otorgándole una raíz común a toda Carrera y Especialidad de Ingeniería.*

- *Formar un profesional más integral, versátil y flexible cuya virtud fundamental sea su capacidad de autopreparación y adaptación a los cambios, partiendo de la convicción de que el único hombre educado hoy en día es el que ha aprendido que ningún conocimiento es seguro y que sólo el proceso de búsqueda de conocimientos y la gestión para acceder y procesar las nuevas informaciones que se generan constantemente da base para la seguridad lo que obliga a prestar especial atención a aspectos tales como desarrollar su capacidad de comunicación por todas las vías y medios, a su capacidad de manejo, procesamiento y utilización de la información científico-técnica, al dominio de la computación, el conocimiento de lenguas extranjeras, en particular el idioma inglés, a su formación económica, ecológica, humanista en general y a su capacidad de dirección entre otros aspectos de su formación profesional general*

*Resulta evidente que los dos primeros rasgos se enmarcan en la contradicción dialéctica entre ciencia e ingeniería de la que ya se han hecho en este trabajo algunos comentarios al referirse a modelos curriculares de carácter disciplinario o modelos curriculares de carácter modular, y al tratar las diferencias y similitudes entre Asignaturas Integradoras de corte profesional, soportadas sobre la base de la lógica de los problemas no estructurados cercanos a la "modelación" del ejercicio profesional y asignaturas tradicionales de corte eminentemente estructurado y desarrolladas alrededor de alguna ciencia específica. Sin embargo, **el tercer rasgo está asociado a un cambio en la concepción pedagógica de la enseñanza de la ingeniería y a la transformación del propio profesor de***

***Ingeniería**, donde en ocasiones este profesor deberá alcanzar en sus estudiantes algunas cualidades que el mismo quizás no posee. En este sentido vale la pena recalcar que este rasgo, que caracteriza una de las tendencias internacionales de la Enseñanza de la Ingeniería más difíciles e importantes de lograr hoy en día, requiere de un "Profesor de calidad" al decir del Profesor mexicano Manuel Meade [4] cuando expresaba:*

"Para este nuevo modelo es necesario un Profesor de Calidad como facilitador del aprendizaje del alumno, más que como un transmisor de conocimientos, que evalúa el aprovechamiento académico en función de la capacidad del alumno de devolverle fielmente los mismos conocimientos transmitidos. El profesor de calidad prefiere estimular la participación del alumno creando situaciones de aprendizaje y haciendo al alumno responsable y coproductor del mismo dentro y fuera del aula. Además tiene la capacidad de utilizar una variedad de métodos y recursos didácticos para promover en los alumnos la adquisición de valores, actitudes y habilidades, tomando como base la enseñanza del conocimiento."

La tarea de materializar estos tres rasgos esenciales a través de un diseño curricular específico, en unas condiciones dadas, es sin dudas bastante compleja y si bien por un lado se puede afirmar que la concepción teórica del Modelo del Profesional empleada en esta experiencia contribuyó a transformar el Curriculum en la dirección de estas tendencias debe señalarse que en la "etapa de desarrollo" del nuevo Plan de Estudio en que este se encuentra según la definición dada en [5] para el período contemplado "a partir de que haya egresado la primera generación y no más allá de quince años contados a partir del inicio", el impacto logrado en los dos primeros aspectos ha sido de mayor significación que el tercero sobre todo por el papel que en este último aspecto tiene la transformación del propio profesor en la que hay que invertir un cierto período de tiempo.

Sobre la diferencia entre Ciencia e Ingeniería en el Modelo del Profesional de Ingeniería de hoy en día:

Posiblemente una de las fuentes más interesantes y apasionadas en lengua hispana hoy en día para leer de forma directa y clara sobre estas dos "hermanas gemelas" que son la ciencia y la ingeniería sean los artículos publicados en los últimos años en la revista "El Ingeniero Civil "de Lima, y dentro de ella los artículos publicados por el Ingeniero Héctor Gallegos Vargas sobre este tema.[6]

La idea de la Ciencia en busca del "por qué" de las cosas y la Ingeniería apoyándose en la ciencia y en la no ciencia, enfrentándose al "cómo hacer", "cómo transformar" y "cómo crear y satisfacer necesidades" está ampliamente desarrollada en las fuentes de referencia. El hecho de que los grandes puntos de cambio y desarrollo de la humanidad están asociados directamente a Obras de Ingeniería y no a conocimientos científicos, aunque estos últimos sostengan en última instancia los grandes resultados de la Ingeniería y se vean a su vez profundamente impactados y dialécticamente transformados por los resultados de la propia Ingeniería es algo innegable en la historia de la humanidad. La imprenta,

la máquina de vapor, el telégrafo, el microscopio, la computadora y los microprocesadores por sólo nombrar algunos de ellos, son pruebas evidentes de este hecho. Posiblemente por esta razón en algunas ocasiones se ha podido encontrar en estos artículos alguna queja con relación a aquellos que intentan colgarle el epíteto de científica a la Ingeniería o reducirla al accionar de una ciencia con la intención de demostrar (cómo si ello fuese necesario), que la ingeniería es algo valioso, serio, riguroso y de calidad.

En este trabajo se pretende solamente comentar algunas anécdotas cuya finalidad es ayudar a caracterizar estos rasgos esenciales de la profesión de ingeniería que necesariamente tienen que estar integrados a cualquier buen Plan de estudio para la formación de Ingenieros pues son parte inseparable del Profesional Modelo y del Modelo de este Profesional, independientemente del grado de desarrollo tecnológico alcanzado por una sociedad pues encierran en si mismos la esencia de la propia profesión.

Veamos ***la primera de estas anécdotas****:*

"El Ingeniero Civil cubano Sixto Ruíz Alejo se enfrentaba a finales de la década de los años cincuenta al Proyecto de la cimentación de un edificio de más de veinte plantas en una zona de suelo malo que lo llevaba a una solución de cimentación en balsa de aproximadamente dos metros de espesor equivalente en hormigón armado.
Como parte de su ejercicio profesional ***acostumbraba a mantenerse sistemáticamente informado*** *de los resultados más importantes que se divulgaban en su época que estuvieran vinculados a su labor y en una revisión de unos Journal de la A.C.I. (American Concrete Institute) que se habían publicado en esos días encontró un artículo que consideró interesante sobre un novedoso método de cálculo de "estructuras plegadas"o 'folded plates".*
Leyó, estudió, y volvió a estudiar el artículo y comenzó a forjar en su mente la idea de tratar de utilizar ese resultado del conocimiento científico para proyectar, en aquel edificio en que estaba trabajando, una solución de cimentación en forma de "folded plate" y lograr con ello una considerable disminución en el costo de la cimentación y una mayor racionalidad en la solución adoptada sobre el suelo.
Con un buen modo de actuación profesional *analizó pormenorizadamente con los demás profesionales de la oficina en que trabaja la racionalidad y la lógica del método encontrado así como siguió durante algunos meses las discusiones que en torno al artículo seleccionado se produjeron en los números posteriores de esta revista los que en general coincidían con las apreciaciones que se había formado con relación al método y a la forma de trabajo de este tipo de estructura.*
Al llegar a este punto se produjo una decisión en la cual el "pensamiento ingenieril", por llamarle así, del reconocido profesional, se impuso a su "pensamiento científico" y tomó la decisión de Proyectar la cimentación del edificio alto que estaba realizando sobre una estructura plegada en forma de "folded plate" aplicando los resultados del método de cálculo que había leído en el artículo, logrando de esta forma una solución de cimentación con un espesor equivalente de aproximadamente 45 cm y llevando a feliz término la construcción del primer

edificio alto que se realizó en el mundo sobre una cimentación de este tipo y que es cita obligada hoy en día en todo libro importante que se refiera al tema de la historia de las cimentaciones en edificios altos.
Tal vez, si hubiese primado su "pensamiento científico" el hoy Doctor e Ingeniero Sixto Ruíz Alejo, tal vez hubiese desarrollado un Modelo a escala reducida para comprobar si los resultados del método convergían adecuadamente a resultados experimentales de este tipo de estructura o hubiera desarrollado un Modelo matemático más complejo para el estudio de estas estructuras que le hubiese permitido comprobar las limitaciones del método, pero lo que si es seguro es que, si hubiese sido el "pensamiento científico" el que hubiera predominado, posiblemente nunca se hubiera construido por él mismo ese edificio, ni se hubiera logrado el ahorro de más de 100 000 pesos que representó para aquella época la solución adoptada.

Esta forma de pensar, que no hace más que reafirmar la idea expresada en los artículos de Héctor Gallegos, es esencial del modelo del profesional de Ingeniería y tiene que estar materializada la estrategia para el desarrollo de esta forma de pensar en los egresados de esta carrera, como parte de un buen diseño curricular de una Carrera de Ingeniería hoy en día".

***La segunda anécdota** de referencia para caracterizar el Modelo del Profesional de Ingeniería y la distinción que dentro de él existe entre la actividad científica e ingeniera que debe ser reflejada en cualquier Plan de estudio para la Enseñanza de la Ingeniería tiene que ver también con el profesor Sixto Ruíz aunque el resultado ingenieril en este caso no le pertenece.*

"El ingeniero Sixto Ruíz Alejo había concluido el proyecto de unas losas de hormigón armado para una tienda por departamento de varios pisos y luego de hacer un estimado del presupuesto puso a licitación la ejecución de la obra.

Se presentaron varias constructoras a la licitación y en casi todas ellas el costo de la obra se movía en el rango del presupuesto estimado por él para su ejecución. ***Sin embargo, una de las constructoras que se presentó proponía hacer la obra por un valor un 30 % menor que sus restantes competidoras****. No era la Empresa lider, ni una empresa desconocida, era sólo una más del grupo de posibles constructoras que se aparecía a la licitación con un precio realmente sorprendente.*
El Ingeniero Sixto Ruíz consultó con el dueño de la Obra esta situación y luego de preguntar el inversionista si dicha constructora estaba dispuesta a firmar el contrato con todas las cláusulas de calidad al igual que las restantes empresas y recibir de ellos una respuesta afirmativa se tomó la decisión de asignarles la obra en licitación . Con ello se resolvía el problema pero no así la interrogante del Ing. Sixto Ruiz con relación a las diferencias entre el precio ofrecido y el precio estimado por él mismo para la obra por lo que decidió darle seguimiento a la misma para poder encontrar la explicación de este hecho.
Al comenzar los trabajos llegaron a la obra dos camiones de madera para la construcción de los encofrados que bien podían haber sido enviados a un rastro

*de basura por el nivel de deterioro y desorden que la madera contenida en los mismos presentaba. Pero junto con la madera descendieron dos trabajadores de origen asíatico, tal vez chinos, padre e hijo, que con esa proverbial paciencia que los caracteriza, comenzaron a ordenar aquella madera, a limpiarla, clasificarla e hicieron posteriormente con ella los encofrados en los que se hormigonaron las losas del edificio**. Aquí estaba la primera explicación del secreto:** donde el Proyectista y los restantes competidores a la licitación habían estimado el costo de la madera del encofrado los especialistas de esta Empresa habían colocado el salario de los dos obreros y habían utilizado una madera totalmente amortizada en obras anteriores, disminuyendo así significativamente el costo de la obra sin afectar sus ganancias.*

***La segunda explicación de la diferencia de precios ofertada se encontró a la hora de hormigonar los pisos**. Por las condiciones del trabajo en obra y las exigencias de tiempo para su ejecución era necesario utilizar el bombeo de hormigón para realizar esta tarea. El Proyectista y las restantes empresas habían estimado sus costos a partir de contratar este servicio a una Empresa especializada que se dedicaba a realizar este tipo de trabajo y que prácticamente le ofrecía a todas las Empresas Competidoras el mismo precio por su servicio. Sin embargo, la Empresa que obtuvo la licitación no lo había hecho así. A la hora del hormigonado de la obra se aparecieron con una bomba de piston vieja, que más parecía una pieza de museo que otra cosa, un mecánico y un montón de piezas de repuesto. Los que tuvieron la oportunidad de ver la construcción de las losas afirmaron que aquella bomba trabajaba aproximadamente unos veinte o treinta minutos bombeando hormigón y se rompía. Pero a la misma velocidad en que se rompía la bomba, el mecánico que allí se encontraba la volvía a reparar, le cambiaba algunas piezas y diez minutos después estaba nuevamente bombeando hormigón. De esta forma, donde otros habían calculado el costo del trabajo de la Empresa Especializada para el bombeo del hormigón, en esta Empresa se había estimado el costo del trabajo del mecánico, las piezas de repuesto, el desgaste de la vieja bomba y la mayor demora en la ejecución del trabajo.*

Cuando cualquier especialista introducía estas dos transformaciones en el cálculo del presupuesto aparecía la diferencia del 30% del precio que le había permitido a esta Empresa ganar la licitación.

*En esta segunda anécdota se refleja otro aspecto esencial del Modelo del Profesional de Ingeniería que tal vez podríamos caracterizar con la conocida frase de que**: "el Ingeniero es aquella persona que hace con un peso lo que un tonto hace con cien".** Es decir**, el sentido económico de la acción del ingeniero**, que no está referido en este caso a lo que hoy entendemos como su formación empresarial, sino **al valor económico intrínseco de la solución ingenieril adoptada** que es un aspecto que no se obtiene sólo a través de la ciencia, sino que muchas veces **se alcanza más a través del ingenio**, es decir, de esas "estructuras singulares de la estrategia del pensamiento profesional" que conocemos con el nombre de ingenio y que le dan el rasgo profesional característico a toda buena solución de Ingeniería.*

De esta forma se destacan dos aspectos esenciales del Modelo del Profesional de Ingeniería que deben formar parte de cualquier buen Plan de Estudio para la

*Enseñanza de la Ingeniería en nuestros días y que a veces se subestiman frente a otros aspectos producidos por el impacto de las nuevas técnicas y tecnologías****: la formación económica del Ingeniero y el desarrollo de su ingenio.***

Resulta innegable que, esta forma de pensamiento que caracteriza el Modelo de la Profesión y que reconocemos a través de la palabra "Ingenio", ya bien esté soportado su ejercicio en los medios más modernos de la informática y la comunicación con que podamos contar hoy en día, o en el mecánico con la vieja bomba y los dos carpinteros chinos utilizados en la anécdota narrada, tienen que formar parte de las habilidades y capacidades a desarrollar en todo buen Plan de Estudio para la Enseñanza de la Ingeniería, con tanto o más énfasis que el aprendizaje de un conocimiento específico que luego pueda ser alcanzado por si mismo por el futuro profesional, si adquirió las cualidades que se señalaban en la tercera tendencia descrita anteriormente.

La "tercera y última" anécdota *que se narra a continuación se relaciona con otros dos aspectos del Modelo de la Ingeniería que no es posible pasar por alto al tratar el tema de ciencia e ingeniería y la enseñanza de esta última en los albores del nuevo milenio. Estos aspectos son****: la profesionalidad y la calidad de la actividad de ingeniería como un todo y la repercusión y la vinculación de esta con la actividad científica.***

En el año 1983 un destacado ingeniero y científico cubano, el Dr. Ing. Gilberto Quevedo Sotolongo, se enfrentaba a la ***tarea científica*** *de caracterizar los parámetros resistentes de los suelos más abundantes de Cuba para introducir en la norma cubana el diseño geotécnico de las cimentaciones por el Método de los Estados Límites en lugar del Método de las Tensiones Admisibles que se utilizaba hasta aquel momento en la práctica nacional de la ingeniería, con la extraordinaria repercusión económica y profesional que podía conllevar este hecho.*
Para lograrlo, debería realizar cientos de ensayos físico mecánicos sobre muestras de estos suelos y procesarlos convenientemente, para lo cual debería invertir varios años de trabajo en el logro de este fin.
Sin embargo, su ingenio le permitió ***apoyarse en el trabajo profesional de calidad para producir resultados científicos*** *al recordar que en el país existía una Empresa Especializada, la E.N.I.A., Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas, la cual durante más de veinte años había tenido a su cargo la realización de los Ensayos Físico mecánicos de los suelos para las obras civiles más importantes realizadas en todo el país y que era una empresa con calidad y rigor profesional en su trabajo por lo que decidió, en primer lugar, estudiar y evaluar esos resultados antes de comenzar su trabajo experimental.*
¡ Cual no sería su satisfacción al descubrir que dentro de más de mil informes de investigaciones ingeniero geológicas de caracterización de suelos existentes en esa Empresa ***como resultado de su labor profesional rutinaria****, cerca de 900 de* ***ellos tenían información suficiente y mostraban tal calidad en su información como para que pudieran ser utilizados en el trabajo científico*** *que se había propuesto!*

¡ Cuanto tiempo y ahorro de recursos de toda índole no representó para la obtención de este resultado científico el comprobar que el tratamiento estadístico de ***aquellas poblaciones de datos, obtenidas de un trabajo profesional rutinario de servicio hecho con calidad****, permitía ajustar la mayor parte de estos resultados a curvas de distribución conocidas a las que luego sería fácil aplicar las herramientas y obtener sus parámetros estadísticos característicos!*
De esta forma el diseño de la parte experimental de la Investigación Científica del Ingeniero Quevedo Sotolongo cambió sustancialmente y se dirigió a realizar un estudio de ensayos de muestreo sobre los resultados anteriores para comprobar la fiabilidad de los mismos y el resultado científico referido a la caracterización de los parámetros físico mecánicos de los suelos para la introducción del método de los estados Límites en la práctica de la ingeniería en Cuba fue alcanzado con mucho menos tiempo y a mucho menor costo que el que hubiera sido necesario si no se hubiese podido contar con un trabajo profesional de Ingeniería con la calidad suficiente para generar datos fidedignos de valor para la ciencia.

El Modelo del profesional de Ingeniería y el Modelo de la Enseñanza de la Ingeniería *para los próximos años no puede pasar por alto que tiene que desarrollarse sobre la* ***base de crear en los egresados la cultura de la calidad, el rigor, la profesionalidad y la veracidad de toda la actividad ingenieril****, lo* ***que sólo se logra si está implícito en la calidad, el rigor, la profesionalidad, y la excelencia, conque se desarrolle y se exija toda la actividad académica, investigativa y de extensión de los alumnos a través de toda su Carrera y de la cual toda la actividad de la propia institución de Educación Superior tiene que ser fiel reflejo.***

Los albores del Siglo XXI y el Tercer Milenio .

Al ver desde esta óptica el problema del Modelo del Profesional de Ingeniería y la enseñanza de esta profesión en sus distintas manifestaciones (Civil, Mecánica, Eléctrica, Química, etc.) es necesario destacar dos rasgos fundamentales de la sociedad actual que han tenido y tendrán en el futuro inmediato un impacto considerable en ellos. Estos son:

- *Las nuevas tecnologías de la informática, la telemática y las comunicaciones en general .*
- *La formación empresarial y su contrario dialéctico, la formación socio humanística, ética profesional y socio ambiental del Ingeniero.*

Al abordar ***el tema de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en la Enseñanza de la Ingeniería y en la Ingeniería misma*** *en un momento en que se habla ya de las sociedades de la información y el conocimiento y cuando las posibilidades de interconexión bidireccional permiten comunicarse y trabajar conjuntamente sobre documentos "on line" a profesionales que se encuentran en puntos muy distantes del planeta, compartiendo informaciones y realizando incluso experimentos conjuntos con robots situados en laboratorios distantes, sería conveniente comenzar por recordar las palabras de*

Roger Dillemans, Rector Honorario de la Katholieke Universiteit Leuven, Bélgica [7] quien dijo en 1996:

"El cambio está en sus inicios. Apenas logramos representarnos la magnitud del fenómeno, pero sentimos sus efectos a nuestro alrededor. La tecnología emergente – microprocesadores cada vez más potentes, telecomunicaciones rápidas y de bajo costo – está redefiniendo las bases culturales de la sociedad, transformando nuestra noción de distancia y tiempo. Emerge una nueva cultura adaptada a los sistemas de redes; diversidad de canales, bidireccionalidad de las comunicaciones, interconectividad de los medios utilizados.
Internet es sólo el primogénito de una nueva especie. El Cibertodo terminará afectando la manera en que aprendemos, socializamos, trabajamos y compramos. Para las Universidades representa la pérdida del monopolio sobre la creación y la transmisión de conocimientos, su fundamento y legitimidad desde la Edad Media".

En el sentido del impacto de estos cambios en la propia institución universitaria valdría la pena reflexionar sobre la definición que daba en una conferencia reciente sobre el tema el Dr. Fidel García González, especialista en Redes y Sistemas Informáticos del Centro de Gestión de la Información de la Universidad de Camagüey [8] cuando afirmaba que la nueva Universidad debería ser "…una organización socialmente activa, abierta e interconectada con su entorno y en la cual se formen individuos portadores de una cultura de aprendizaje continuo, capaces de actuar en ambientes intensivos de información, mediante un uso racional de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones".

A partir de ello sería posible destacar ***que las habilidades para actuar en ambientes intensivos de información,*** *se refiere hoy en día no solamente a la formación de hábitos y habilidades para la actualización sistemática en una especialidad como el modo de actuación profesional que le permitió al Ing. Sixto Ruíz conocer de primera mano el método de cálculo de las Estructuras Plegadas y proyectar la novedosa cimentación de su edificio, sino que a esta nueva escala del problema se requiere además del desarrollo de habilidades* ***para la explotación y procesamiento intensivo de las fuentes de información, con la cultura necesaria en el uso de la gestión de la información y el conocimiento****, y además,* ***con la habilidad y el conocimiento necesario para hacer un uso racional de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones y de sus productos más significativos.***

Esta es la nueva exigencia paradigmática para un ejercicio profesional de calidad en la ingeniería de hoy en día y tienen que ser implementados urgentemente los cambios que ella requiere en la esencia misma de la enseñanza de la ingeniería, estableciéndose con precisión las vías y los métodos para dotar a los egresados de estas capacidades, lo que afectará significativamente tanto al profesor de ingeniería, como a la pedagogía y al modo de enseñar esta profesión y al contenido de no poco de lo que se enseña hoy en las diferentes materias y cursos de estas Carreras.

Las posibilidades del asincronismo en el proceso de enseñanza aprendizaje a partir de las posibilidades que brinda el desarrollo de la Educación a Distancia soportada sobre plataforma digital, en Internet, con el apoyo del Correo Electrónico, la interconexión y la interactividad, la simulación y la robótica y con las facilidades y costos de las P.C. nos impulsan en la dirección de las Universidades Virtuales en que ya transitan no pocas instituciones en el mundo y que facilitan y profundizan en las posibilidades de desarrollar curriculum abiertos y flexibles que estimulen la atención diferenciada a los alumnos en función de sus talentos e intereses de una manera más profunda y radical a la que podíamos proponernos antes desde la base del aula y la pedagogía tradicional a través de trabajos extra clases diferenciados, asignaturas facultativas o tareas profesionales y de investigación científica en las que se podía involucrar a los estudiantes más capaces.

Nuevos criterios sobre el uso de juegos en la enseñanza, la aplicación de diversidades de métodos didácticos, transformaciones esenciales en los fundamentos de los sistemas de evaluación tradicionales, y otros muchos elementos más se ven favorecidos por las nuevas posibilidades y la dinámica introducida en la educación superior, y muy en particular en la educación superior en el área de la ingeniería por las nuevas tecnologías de la información y la comunicación estableciendo un nuevo reto frente a profesores que muchas veces por su doble carácter de ingenieros y profesores universitarios no tomaron siempre con total seriedad los avances científicos en el área de la psicología educativa, la pedagogía y otras ciencias de la educación.

Debe señalarse que muchos de estos cambios de los que se habla hoy en día se asocian al comienzo del nuevo milenio por la posibilidad romántica que se le ha presentado a esta generación de vivir un momento tan exclusivo como este, en el corto período que representa la vida de un ser humano, y poder presenciar el cambio no sólo de un año o de un siglo, sino el cambio de todo un milenio: el paso al Tercer Milenio de la era cristiana, pero ello no puede cegar la conciencia en el sentido de que estos cambios en relación al Modelo del Profesional de Ingeniería y a la Enseñanza de la Ingeniería son no sólo los cambios que se requieren hoy , sino que son ya, en muchos casos, los cambios de ayer para determinados países e instituciones en el mundo desarrollado, son realidades sobre las cuales se generan dinámicamente otros cambios y que imponen a las Instituciones de Educación Superior en otros muchos países del mundo y en particular en la región iberoamericana, la obligación ineludible de no esperar más.

Por último, con relación a la formación empresarial y su contrario dialéctico, la formación socio humanística, ética profesional y socio ambiental del Ingeniero debe reconocerse que el impacto producido también por las nuevas técnicas de dirección empresarial, la reingeniería, y en general los procesos de dirección de la industria, los servicios y la sociedad en general tienen que tener su reflejo significativo en la formación de los profesionales de Ingeniería como ya lo tiene en el ejercicio mismo de la profesión. Este proceso de asimilación debe producirse de forma armónica y equilibrada con la elevación de la formación socio humanística del profesional de ingeniería, con el fortalecimiento de su cultura socio ambiental y

la profundización del sentido ético de la profesión para no convertirse en especialistas que traten de dedicar su ingenio a obtener sus ganancias esencialmente de la esfera de la circulación, sino que desarrollen sus capacidades generales en esta esfera sin perder su vocación fundamental que es la producción de obras, tecnologías y productos.
En este sentido parecería conveniente expresar el objetivo del Modelo del profesional de Ingeniería y el propósito de su Enseñanza en los siguientes términos: "Lograr un ingeniero que conozca, use, compita y gane en su labor profesional haciendo uso de las leyes económicas de la sociedad y que posea una sólida formación cultural, sentido de pertenencia, sensibilidad social, ética y valores en su formación socio humanística para actuar y utilizar la riqueza creada con un sentido de responsabilidad humana y medio ambiental." Este es el reto y no resulta posible obviarlo.

Referencias bibliograficas:

[1] Stenhouse L. "Investigación y desarrollo del Curriculum". Ediciones Morata S.A. España. Tercera Edición. 1991.

[2] Garcia del Portal J. "Sobre la Enseñanza de la Ingeniería. El Informe Technión." Revista Cubana de Educación Superior., Vol X, No 1, 1990.

[3] "Resumen de la Conferencia de la S.E.F.I. (Sociedad Europea de Formación de Ingenieros) 1988".

[4 } Meade Manuel. Revista "Transferencia", Año 10, No 41, Enero de 1998. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. México.

[5] "Marco de Referencia para la Evaluación. (C.I.E.E.S.). Comité de Ingeniería y Tecnología. México. Octubre de 1994.

[6] Revista "El Ingeniero Civil" Lima. Perú.

[7] Dillemans R. Editorial "De pájaros y plumas". Columbus. Notiicas de Columbus, No 3, Mayo de 1996, Paris, Francia.

[8] García González F. "La Universidad del Siglo XXI como un Modelo de industria de la información y el conocimiento". Publicación del Centro de Gestión de la Información de la Universidad de Camagüey. Abril de 1998. Cuba.

[9] Castañeda Hevia Angel Emilio " El Modelo del Profesional y la Enseñanza de la Ingeniería en los albores del siglo XXI . Reflexiones sobre una experiencia de Diseño Curricular de algo más de diez años en la Carrera de Ingeniería Civil. Ponencia presentada al XVIII Congreso Panamericano "Educación y Ejercicio Profesional de la Ingeniería. Lima Perú del 17 al 20 de Noviembre de 1998.