

*Universidad de Matanzas
Facultad de Ciencias Técnicas
Carrera de Ingeniería Civil*



FOLLETO PARA EL FORTALECIMIENTO DEL
PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA
HIDRÁULICA APLICADA EN TERCER AÑO DE LA
INGENIERÍA CIVIL

Trabajo de Diploma en Ingeniería Civil

Autora: Niurys Martínez Alfonso

Tutor: MSc. Manuel Pedroso Martínez

Matanzas, 2018

*Universidad de Matanzas
Facultad de Ciencias Técnicas
Carrera de Ingeniería Civil*



FOLLETO PARA EL FORTALECIMIENTO DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA HIDRÁULICA APLICADA EN TERCER AÑO DE LA INGENIERÍA CIVIL

Trabajo de Diploma en Ingeniería Civil

Autora: Niurys Martínez Alfonso

Tutor: MSc. Manuel Pedroso Martínez

Matanzas, 2018

Declaración de Autoridad

Por medio de la presente declaro que yo, Niurys Martínez Alfonso, soy la única autora de este trabajo de diploma y, en calidad de tal, autorizo a la Universidad de Matanzas a darle el uso que estime más conveniente.

Nota de Aceptación

Miembros del Tribunal:

Presidente

Secretario

Vocal

Dedicatoria

Le dedico el presente trabajo de diploma en opción al título de Ingeniero Civil por entero a:

Las personas más sacrificadas y maravillosas del mundo: mi mamá y mi papá, quienes me han acompañado siempre en todos los momentos buenos y también los difíciles y me han encaminado para que pudiera superarme y lograr concluir mi proyecto de vida profesional y personal satisfactoriamente.

A mi tío Juan Alberto Alfonso quien ha sido mi ejemplo de sacrificio y guía.

A mis hermanas por ser tan especiales para mí.

A mi madrina por estar siempre conmigo en los buenos y malos momentos.

A mis abuelas y abuelos, por su eterno amor y dedicación.

En fin, a toda mi maravillosa familia, amistades, compañeros y compañeras del grupo.

Agradecimientos

Agradezco a mi tutor (Manuel), por su disposición, espíritu emprendedor, afecto, confianza y apoyo, quién me brindó la posibilidad y el placer de experimentar con él un mundo nuevo y desconocido para mí. Agradezco sus críticas y elogios durante sus revisiones, además del tiempo dedicado en las transformaciones de este trabajo de diploma. Le agradezco infinitamente toda la oportunidad brindada para alcanzar mi proyecto de vida profesional, que también es suyo.

A mis padres, hermanas y en general, toda la familia, por confiar en mí, por brindarme el apoyo espiritual que he necesitado en esta tarea tan difícil de preparación profesional, sintiendo su estímulo cariñoso y comprensivo, permitiendo así que pudiera dedicar mi tiempo a mis estudios.

A mi tío (Juanito) por su comprensión, ayuda, solidaridad, su paciencia, su confianza en mí, sus valiosas ideas, sabios conocimientos, aportes y su tiempo dedicado a mi formación profesional.

A todos mis profesores por sus ideas y aportes para el enriquecimiento de esta tesis, brindándome sus valiosos conocimientos, durante toda mi etapa estudiantil.

A mis compañeros de estudio por la comprensión, ayuda, el ánimo y estímulo brindado para continuar este camino. Además de los buenos y malos momentos vividos, los cuales marcaron por siempre mi vida, adentrándome en una nueva etapa llena de experiencias.

A mi madrina (Beatriz) por su cariño y apoyo constante, cuando creía que no llegaba a la meta.

A la Revolución Cubana mi eterna gratitud por la educación recibida, ayudándome a cumplir mis sueños de superación.

A todos, muchas gracias

Resumen

El presente trabajo de diploma es parte de los ejercicios en opción al título de Ingeniero Civil de la autora de la investigación. El tema surge a partir de un análisis sobre la asignatura Hidráulica Aplicada, que se imparte en el tercer año de la carrera de Ingeniería Civil en el plan de estudios D, en el que se identifica que se cuenta con escasas herramientas para el fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje. La autora se plantea como problema científico cómo contribuir con el fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje desde la asignatura y carrera antes comentadas y para dar respuesta al mismo se propone la elaboración de un folleto orientado a estos fines. En el documento se presentan referentes teóricos-metodológicos sobre el tema y resultados de los instrumentos aplicados, lo que brindó información necesaria para el diseño del folleto como herramienta para la labor del profesor en sus clases y como material de estudio de los estudiantes y profesionales que necesiten consultar contenidos relacionados con el tema. Este se explicita en las potencialidades procedimentales que brinda sus componentes para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje. Se refuerza la práctica con un folleto de trabajo, con información actualizada y contextualizada al modelo del profesional de la carrera; que tributa a la obtención de información válida, determinación de juicios, y al perfeccionamiento del proceso de formación del graduado y su impacto social en el eslabón de base de la profesión.

Palabras claves: Hidráulica Aplicada; fortalecimiento; proceso enseñanza- aprendizaje; folleto.

Abstract

The present work is part of the exercises of the author of the investigation in option to the title Civil Engineer. The topic arises starting from an analysis on the Hydraulic Applied subject that is imparted in the third year of the career of Civil Engineering in the plan of studies D in which it is identified that it is had scarce tools for the invigoration of the teaching-learning process. The author thinks about as scientific problem how contributing before with the invigoration of the teaching-learning process from the subject and career commented and for answering the same one she intends the elaboration of a pamphlet guided to these ends. In the document it is showed up theoretical-methodological relating to the topic and the results of the applied instruments, what offered necessary information for the design of the pamphlet like tool for the professor's work in their classes and as material studies of the students and professionals that need to consult contents related with the topic. This is explicated in the procedural potentialities that their components offer for the development of the teaching-learning process. The practice is reinforced with a Pamphlet of Work, with up-to-date information and contextualized to the pattern of the professional of the career; that pays to the obtaining of valid information, determination of trials, and to the improvement of the formation process of the graduate ones and its social impact in the link of base of the profession.

Keywords: Applied Hydraulic; invigoration; teaching-learning process; pamphlet.

Tabla de Contenido

Introducción	2
Capítulo 1 Fundamentos teóricos-metodológicos que sustentan el proceso de enseñanza-aprendizaje en la carrera de Ingeniería Civil	8
1.1.Análisis de la evolución de la Ingeniería Civil en el mundo y en Cuba	8
1.1.1.Relatoría en síntesis de la evolución de la Ingeniería Civil en Cuba	9
1.2.Referentes necesarios sobre la Hidráulica Aplicada a la Ingeniería Civil	16
1.3.Componentes del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje Desarrollador	30
1.3.1. El folleto como medio de enseñanza	33
Conclusiones Parciales del Capítulo 1.....	34
Capítulo 2 Folleto para el fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Hidráulica Aplicada en tercer año de la Ingeniería Civil	35
2.1.Resultados de los instrumentos aplicados durante el proceso de investigación	35
2.1.1.Encuesta aplicada a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil	35
2.1.2.Encuesta aplicada a los profesores y egresados no profesores de la carrera de Ingeniería Civil	39
2.1.3.Resultados de la Guía de Revisión del Programa de Estudio de la Asignatura Hidráulica Aplicada	43
2.2.Diseño y fundamentación del folleto de la asignatura Hidráulica Aplicada para la carrera de Ingeniería Civil	48
2.2.1.Diseño del folleto.....	49
2.2.2.Fundamentación del folleto	50
Conclusiones Parciales del Capítulo 2.....	52
Conclusiones	53
Recomendaciones	54
Bibliografía.....	55
Anexos	60

Introducción

El desarrollo socioeconómico de cualquier país del mundo depende considerablemente de las tecnologías de la ingeniería hidráulica desarrolladas a lo largo de los años desde los primeros momentos del surgimiento del hombre en la tierra y con un alto nivel de perfeccionamiento durante los últimos años del siglo XX y los primeros del siglo XXI.

El estudio de la Hidráulica se relaciona con el uso y características particulares de los líquidos. A lo largo de la humanidad los seres humanos han utilizado líquidos para suavizar su carga. Las anotaciones más antiguas de la historia muestran que artículos como bombas y ruedas de agua eran conocidas desde tiempos muy remotos. A pesar de esto, no es hasta el siglo XVII que la rama de la hidráulica se comenzó a usar. (Villanueva Hoyos, Sergio A. 2009)

La ingeniería hidráulica ha siempre estado basada en la experimentación. Un estudio de la historia de la hidráulica (Rouce e Ince, 1963) indica que se han alternado períodos de investigación experimental con períodos de análisis. Durante el siglo XX, la ingeniería hidráulica tuvo significativos beneficios, particularmente, por los desarrollos de las teorías de capa límite y turbulencia en el campo de la mecánica de fluidos. Anterior al logro de este tipo de desarrollo y de la llegada de la computadora digital de alta velocidad, gran parte de los problemas en el campo de la hidráulica solo podían ser resueltos con el estudio de los modelos. Actualmente existe un binomio indisoluble entre los enfoques de estudios teóricos y de modelos, los que se encuentran a disposición de los ingenieros.

En los años más recientes, se ha producido alrededor del mundo un creciente desarrollo de proyectos vinculados a los recursos de agua y a trabajos de ingeniería hidráulica. El conocimiento de la hidráulica de canales abiertos es esencial para el diseño de muchas estructuras hidráulicas, lo que ha permitido

avanzar a grandes saltos.

En la carrera de Ingeniería Civil en Cuba se estudia la asignatura de Hidráulica Aplicada por la importancia del acelerado crecimiento de las tecnologías desarrolladas en esta, tan importante rama de la ciencia, para los procesos de construcción civil, especialmente aquellos relacionados con las fuerzas y movimientos mediante fluidos sometidos a presión.

Sin dudas, constituye una tarea impostergable la búsqueda de herramientas efectivas para la formación de los individuos que se preparan en función del desarrollo de los países alrededor del mundo. En el caso particular de nuestro país hoy este es un tema de recurrente trascendencia en momentos en los que se implementan los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, actualizados recientemente para el periodo 2016-2021 tras su aprobación en el VII Congreso del PCC en abril de 2016 y por la Asamblea Nacional del Poder Popular en julio del mismo año.

En los lineamientos 117 y 118 se expresa la necesidad de sumar voluntades en este sentido cuando se refiere a: 117. “Continuar avanzando en la elevación de la calidad y el rigor del proceso docente-educativo, así como en el fortalecimiento del papel del profesor frente al alumno; incrementar la eficiencia del ciclo escolar, jerarquizar la superación permanente, el enaltecimiento y atención del personal docente, el mejoramiento de las condiciones de trabajo y el perfeccionamiento del papel de la familia en la educación de niños, adolescentes y jóvenes” y 118. “Formar con calidad y rigor el personal docente que se precisa en cada provincia y municipio para dar respuesta a las necesidades de los centros educativos de los diferentes niveles de enseñanza” (Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución actualizados recientemente para el periodo 2016-2021, 2016)

Al mismo tiempo se debe prestar especial atención a la Conceptualización del Modelo Económico y Social Cubano de Desarrollo Socialista, particularmente el

137 que refiere la necesidad de “Desarrollar el potencial humano de alta calificación y garantizar condiciones para su protección y estabilidad” y unido a este el 138 vinculado a “Eleva el impacto de la ciencia, la tecnología y la innovación en el desarrollo económico y social, incluyendo el perfeccionamiento del marco institucional”(Conceptualización del Modelo Económico y Social Cubano de Desarrollo Socialista, 2011)

Para el logro de tales propósitos se hace muy necesario perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de herramientas metodológicas efectivas que permitan lograr la formación de profesionales con una alta preparación para el desempeño de su profesión en el eslabón de base. La metodología se entiende como el estudio crítico del método, o también la teoría general del método (González Castellanos, Roberto A, et.al., 2003)

En el caso muy particular de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad de Matanzas se estimulan vías diferentes, con la participación de sus directivos, profesores y estudiantes, para contribuir con el propósito de fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de las asignaturas contempladas en el plan de estudio. Durante el período en el que la autora de la investigación recibió la asignatura Hidráulica Aplicada identifica que existen reservas que perfeccionen las herramientas metodológicas existentes orientadas a facilitar la comprensión de los contenidos de la misma por los estudiantes, por la alta importancia que esta tiene para la formación de los profesionales de la Ingeniería Civil.

Este análisis sirvió de motivación para la realización de un proceso de investigación que permita dar respuesta a esta inquietud, razón por la que decide desarrollarla a través del trabajo de diploma de la misma en opción al título de Ingeniero Civil.

Se plantea como **situación problemática** que al realizar un análisis sobre la asignatura Hidráulica Aplicada, que se imparte en el tercer año de la carrera de Ingeniería Civil en el plan de estudios D, se identifica que se cuenta con insuficientes medios de enseñanza para el fortalecimiento del proceso enseñanza-aprendizaje.

El análisis realizado permite plantear el siguiente **problema científico**: ¿Cómo contribuir al fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje desde la asignatura Hidráulica Aplicada de la carrera de Ingeniería Civil?

Para ello se declara como **objeto de investigación**: Proceso de enseñanza-aprendizaje en la Ingeniería Civil y se concreta como **campo de acción**: el fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Hidráulica Aplicada en tercer año de la Ingeniería Civil.

Se persigue como **objetivo general**: Elaborar un folleto para el fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Hidráulica Aplicada en tercer año de la Ingeniería Civil.

Para el cumplimiento del objetivo general de la investigación, la autora del presente trabajo se plantea como **preguntas científicas** las siguientes:

1. ¿Cuáles son los fundamentos teóricos-metodológicos que sustentan el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Hidráulica Aplicada de la Ingeniería Civil?
2. ¿Cuál es el estado actual del proceso enseñanza-aprendizaje de la Hidráulica Aplicada en tercer año de la Ingeniería Civil?
3. ¿Qué debe contener un folleto para el fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Hidráulica Aplicada en tercer año de la Ingeniería Civil?

Para dar respuestas a las preguntas científicas planteadas anteriormente, la autora de la investigación se plantea las siguientes **tareas de investigación**:

- Determinación de los fundamentos teóricos-metodológicos que sustentan el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Hidráulica Aplicada de la Ingeniería Civil
- Caracterización del estado actual del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Hidráulica Aplicada en tercer año de la Ingeniería Civil

- Elaboración de un folleto para el fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Hidráulica Aplicada en tercer año de la Ingeniería Civil

Métodos de Investigación

Durante el proceso se aplicaron diferentes métodos investigativos, se asumió como **método filosófico el dialéctico-materialista**, destacado por su carácter sistémico, que posibilita establecer relaciones y nexos entre las diferentes categorías científicas y los métodos teóricos y empíricos aplicados.

Entre los **métodos teóricos** se encuentran el **histórico-lógico**, para el estudio y análisis que permitan el fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje con énfasis en los folletos, de las bases conceptuales y características de las mismas. El **analítico-sintético e inductivo-deductivo**, para el análisis de los referentes teóricos sobre el objeto de estudio y el campo de acción, así como para el procesamiento de la información obtenida y arribar en todos sus procesos a conclusiones. El uso del **analítico-sintético** permitió, de manera muy particular, después de un profundo análisis de valiosos referentes, resumir la información necesaria para la investigación en cuestión. En el caso del método **inductivo-deductivo** se logró profundizar en el estudio del tema de investigación desde lo general a lo particular. También la **modelación** para el análisis de la efectividad de la propuesta en cuestión a través de indicadores medibles de la misma sobre la base de resultados concretos durante el proceso de investigación.

En relación a los métodos del **nivel empírico** se aplicó la **encuesta** para obtener información de la caracterización que brindan profesores, egresados no profesores y estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad de Matanzas. La **revisión de documentos**, para corroborar el nivel de cumplimiento y utilización de lo normado en los documentos básicos y otros productos elaborados en la propia dinámica de los procesos.

La **pertinencia** y **contribución** del tema a la teoría se localiza en el ámbito de las Ciencias Pedagógicas con orientación a una carrera de las Ciencias Técnicas al definirse los conceptos de fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje,

sobre la base de posiciones teóricas generales que tributan al perfeccionamiento y transformación de la preparación pedagógica de los profesores para la conducción de este proceso en la asignatura Hidráulica Aplicada de la carrera de Ingeniería Civil, en un contexto históricamente determinado.

La **significación práctica** del trabajo de diploma se explicita en las potencialidades procedimentales que brinda sus componentes para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Hidráulica Aplicada en tercer año de la Ingeniería Civil. Se refuerza la práctica con un folleto de trabajo, con información actualizada y contextualizada al modelo del profesional de la carrera de Ingeniería Civil; que tributa a la obtención de información válida, determinación de juicios, y al perfeccionamiento del proceso de formación del graduado y su impacto social en el eslabón de base de la profesión.

En relación a la **unidad de análisis**, se determinó a egresados no profesores, profesores y estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad de Matanzas. En la selección se escogieron a 10 profesores, 25 egresados y 59 estudiantes de la carrera, representando así el 60% del total de matriculados, de ellos 20 de tercer año, 19 de cuarto y 20 de quinto.

El informe del trabajo de diploma está conformado por la introducción, donde se exponen las categorías correspondientes al diseño teórico y metodológico de la investigación. El capítulo 1 lo integran los fundamentos teórico- metodológicos relacionados con el tema. El capítulo 2, la caracterización del estado actual de la variable investigada y la elaboración de un folleto para el fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Hidráulica Aplicada en tercer año de la Ingeniería Civil. Cierran las conclusiones, recomendaciones, bibliografía (ajustada según Normas de la Asociación Americana de Psicología en su sexta edición (APA, 2013) y los anexos.

Capítulo I: Fundamentos teóricos-metodológicos que sustentan el proceso de enseñanza-aprendizaje en la carrera de Ingeniería Civil

Introducción del Capítulo 1

En el presente capítulo se abordan los fundamentos teóricos-metodológicos relacionados con el tema que se investiga en el trabajo de diploma. Se hace una caracterización sobre la Ingeniería Civil partiendo de su evolución histórica y de la propia carrera. Se resumen referentes sobre la Hidráulica Aplicada a la Ingeniería Civil en la que se tienen en cuenta las características de la asignatura. Se caracterizan elementos significativos del programa de la asignatura y se argumentan las esencias de un proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador, haciendo énfasis en los medios de enseñanzas y particularmente, aspectos básicos sobre la elaboración de un folleto para el fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura.

1.1. Análisis de la evolución de la Ingeniería Civil en el mundo y en Cuba

En la Prehistoria 300 a. c. los druidas y los egipcios realizaban construcciones de monumentos, puentes, vías de comunicación, viviendas. Se muestra en estos tiempos una incipiente ingeniería civil y naval. Unos años más tarde entre alrededor de 300 a. c. a 500 d. c., los imperios griego y romano empezaron a hacer uso masivo de la piedra y la mampostería para la construcción de monumentos, casas, establecimientos públicos, ya conocían el cemento. Usaron como elementos básicos de la construcción vigas y dinteles y utilizaron profusamente el arco de medio punto. (Evolución Histórica de la Ingeniería Civil, 2012).

Durante la conocida como Edad de Piedra entre 500 - 1500 d. c. se perfeccionan el uso del arco de medio punto, introducción del arco de ojiva. La bóveda nervada y el sistema de arbotantes. Durante la primera mitad del siglo XX entre los años 1900 y 1950, en la ingeniería civil se utilizan nuevos elementos constructivos: concreto reforzado y pretensado, estructuras metálicas, producción de fibras sintéticas y plásticas. Aparece la computadora digital y analógica y con ellas la

ingeniería de sistemas. La relación de ciencia y tecnología se consolida. Se desarrollaron herramientas muy poderosas y precisas y se desarrollan nuevas tecnologías. (Evolución Histórica de la Ingeniería Civil, 2012)

En la segunda mitad del propio siglo XX entre el periodo que abarca desde 1950 hasta el 2000, surge Internet lo que incrementa la comunicación de los seres humanos notablemente. En los últimos 20 años del siglo XX la humanidad avanzó exponencialmente en comparación a toda su historia. La ciencia y la tecnología se retroalimentan, con ello día a día se mejoran y avanzan dejando obsoleto el conocimiento de todos los campos. La robótica ha hecho que los hombres dejen de hacer la mayoría del trabajo de producción y el cambio de las actividades del hombre en las sociedades se ha movido de los sectores primarios y secundarios al de los servicios. (Evolución Histórica de la Ingeniería Civil, 2012)

Nos encontramos en la conocida como La Era de la Información que abarca desde el 2000 hasta nuestros días y en los años siguientes, en la que el manejo de la información será aún más eficiente, con lo que se modificarán las costumbres y actividades de las sociedades. El hombre seguirá buscando nuevas tecnologías para vivir mejor y conocer las fronteras del universo. (Evolución Histórica de la Ingeniería Civil, 2012)

A consideración de la autora del presente trabajo de diploma, la evolución histórica de la Ingeniería Civil hasta nuestros días, nos obliga a responder a desafíos significativos que den respuestas concretas a la situación actual en la que se desarrollan las sociedades. Entre los más urgentes temas en la agenda contemporánea se encuentran la formación, el encuentro a respuestas para el fomento y uso eficiente de tecnologías interdisciplinarias y el trabajo en red; en el que se hace apremiante la recuperación, protección y utilización de los conocimientos existentes.

1.1.1. Relatoría en síntesis de la carrera de Ingeniería Civil en Cuba

La enseñanza de la Ingeniería Civil en Cuba comenzó en el año 1900 a partir de la Orden Militar No.266, de fecha 30 de Junio de ese propio año, establecida por el Gobierno Interventor norteamericano. “El Plan Varona” reorganizó la enseñanza en la Universidad de La Habana y entre otras medidas, creó la Escuela de

Ingenieros, Electricistas y Arquitectos, dando comienzo de esta forma a la enseñanza de la Ingeniería Civil dentro de dicha Facultad en esa fecha. Un nuevo Plan de Estudio de la carrera de Ingeniero Civil se comienza a aplicar en 1925, el cual representa un notable paso de avance en comparación con el que existía, especialmente en las materias básicas.

Las asignaturas de las ciencias básicas se mantuvieron similares a las del Plan de Estudio anterior, aunque algunas se ajustaron a los requerimientos de la carrera. La enseñanza práctica antes ignorada o con escasas posibilidades de realización, sólo brindaba nociones insuficientes para la formación de un Ingeniero apto, situación que se vio mejorada luego con la creación de laboratorios donde no existían, y el mejoramiento de los ya creados. (Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, 2013)

Este nuevo plan implementado a partir del curso 1925 - 1926 se aplicó sin transformaciones hasta el curso 1929-1930 en que se cerró la Universidad de La Habana, única existente en todo el país. Al reiniciarse las clases en enero de 1934 (curso 1933-1934) y durante el curso 1934-1935 se introdujeron algunas modificaciones, sobre todo, en la extensión de los cursos, que dejaron de cumplir el requisito de los 120 días lectivos que establecían los estatutos, en aras de ganar el tiempo "perdido" durante los años que estuvo la universidad paralizada.

El mismo, en comparación con el de 1925, se mantiene aproximadamente igual, solo algunos cambios de nombre de las asignaturas de Ciencias Básicas aunque se añade un curso de Química Orgánica. Este Plan, como los anteriores, tiene el mismo defecto de concentrar la enseñanza de las Ciencias Básicas en los dos primeros años sin acercar al Ingeniero a su profesión, de quince asignaturas en primero y segundo años, once fueron de Ciencias Básicas. (Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, 2013)

Las universidades cubanas abren sus puertas en 1959 con un sistema de Educación Superior inadecuado para lograr el rápido desarrollo económico, político y social del país; para lo cual se elaboraron nuevos Planes de Estudio en las diferentes carreras, los que se iniciarían a partir del curso 1959-1960. Estos planes no fueron aplicados a largo plazo como consecuencia de los sucesos que

se desarrollaron en esos primeros años del triunfo revolucionario. (Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, 2013)

Ya en 1960 se disponía de un nuevo plan para la carrera de Ingeniería Civil, carrera que aún se estudiaba solo en la Universidad de La Habana. Este comenzó a aplicarse en esa fecha, contemplando tres especialidades en el último año de la carrera, y seguía el criterio de identificar al alumno con su carrera desde el primer año de la misma y la posibilidad de incorporar al estudiante a la producción, con una capacidad técnica más alta desde las primeras etapas de su aprendizaje. Es así que se introdujeron desde primer año: Dibujo, Geología y Topografía, tratándose de evitar, en parte, la desorientación vocacional que se había observado entre los alumnos que, matriculando una carrera de Ingeniería, pasaban dos años prácticamente separados de su perfil en los planes de estudio precedentes, en los que se concentraban los estudios básicos de Matemática, Física y Química, la mayor parte del tiempo en aulas de la Facultad de Ciencias, y entrando a las aulas de Ingeniería a partir del 3er. año.

De esta carrera fue evolucionando de acuerdo con lo establecido por la Reforma Universitaria, que en realidad no se mantuvo estática, pues desde que fue establecida en 1962 fue transformando su estructura, en correspondencia con las necesidades contextuales o técnico-económicas de las distintas regiones del país, que de acuerdo con el proceso revolucionario se iban estableciendo para adecuarlas a las transformaciones sociales que se iban experimentando nacionalmente. (Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, 2013)

Hasta finales de la década del 60 el Plan de Estudio del Ingeniero Civil se mantuvo en forma similar a lo establecido por la Reforma, pero al introducirse oficialmente en la práctica el principio pedagógico Martiano y Marxista-Leninista del estudio-trabajo, que conduciría a la universalización de la universidad, se tuvo que realizar ajustes en el mismo. Por tal razón se decide iniciar en la Universidad de Oriente en 1968, y posteriormente en noviembre de 1970 en la Universidad Central de Las Villas, los estudios de la carrera de Ingeniería Civil contando con el

incondicional y total apoyo del claustro de profesores de la CUJAE, del MICONS, la dirección del PCC y del Gobierno Provincial en dichos territorios. (Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, 2013)

En el curso 1971-1972, hubo necesidad de realizar nuevos ajustes al Plan de Estudios vigente. Se modificó la organización académica de semestres a bloques trimestrales, para poder dedicar tiempo al trabajo que no coincidiera necesariamente con la impartición de la docencia (en sesión contraria) y se redujo aproximadamente en un 20% el tiempo asignado a las clases de las distintas asignaturas. La aplicación simultánea de este cambio, originó que se establecieran planes de transición que en cada curso presentaban una estructura diferente para cada año de la carrera, e implicó que en la práctica la duración de los planes de estudio se extendiera a un poco más de cinco años para los alumnos que al aplicarse la medida estaban cursando los primeros años de las carreras, estableciéndose el Trabajo de Diploma como ejercicio de culminación de estudios de este profesional. (Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, 2013)

El mismo no era compatible en el ámbito nacional, ya que se había desarrollado ajustándose a las necesidades y posibilidades de cada Centro de Educación Superior, lo que dio lugar a que el Ministerio de Educación hiciera un primer intento de racionalización y unificación, poniendo en vigor a través de la Resolución 512/74 para el curso 1974-1975 planes de estudio elaborados ya por Comisiones Nacionales de Planes y Programas de la Educación Superior. (Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, 2013)

En el propio curso de 1975-1976 se dictó la Resolución Ministerial 825/75, que estableció oficialmente planes de estudios y programas unificados para todo el país para la carrera y las especialidades de la Facultad, aplicables tanto a alumnos de nuevo ingreso en ese curso, como a los que habían cursado el primer año en el curso anterior bajo la Resolución 512/74. (Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, 2013)

El nuevo Plan de Estudio para la carrera de Ingeniería Civil, tanto para la Facultad de Tecnología de la Universidad de La Habana, radicada en la Ciudad Universitaria “José Antonio Echevarría”, CUJAE, como para las del resto de las universidades que impartían la carrera (Facultad de Construcción de las Universidades de Oriente, Las Villas y de Camagüey, que había comenzado a impartir la carrera en el 1974), comprendía ahora seis años, organizados por semestres de dieciocho semanas lectivas, con un máximo de 20,5 horas semanales y con los dos primeros años comunes para todas las ingenierías. La propia Resolución 825/74 establecía que se debía continuar en la búsqueda de nuevos planes de estudio cada vez más ajustados a las necesidades y perspectivas de nuestro desarrollo socioeconómico. (Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, 2013)

En el curso de 1973 a 1974 ya se estudiaban en la Facultad de Tecnología de la Universidad de La Habana las carreras de: Ingeniería Civil, que desde 1968 había fundido en una sola las especialidades Vial y Estructuras según lo establecía la Reforma, y la carrera de Ingeniería Hidráulica, creada en 1968 a partir de la especialidad de Hidráulica de la carrera de Ingeniería Civil, para poder atender de modo efectivo el desarrollo Hidráulico del país, decidiéndose que quedara adscripta a la propia Escuela de Ingeniería Civil.(Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, 2013)

La creación del Ministerio de Educación Superior (MES) en julio de 1976 propició la aceleración y ampliación de los estudios de ingeniería, así como la concepción de un proceso de perfeccionamiento continuo de los planes de estudio que dio origen a la elaboración sucesiva de los llamados Planes de Estudio A, B y C.

La concepción del Plan A partía del presupuesto de la previsión de formar especialistas en la enseñanza de pregrado, con el objetivo de cubrir las necesidades de los profesionales que demandaba la sociedad, lo que produjo un aumento considerable de especialidades y del número de perfiles terminales. Los perfiles terminales aprobados en los Planes A para la carrera de Ingeniería Civil ofrecía como Título el de Ingeniero Civil en una de las siguientes Especialidades: Vías de Comunicación. (Especialización: Construcciones Portuarias o Carreteras y

Aeropuertos) y el de Estructuras. (Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, 2013)

Como resultado del proceso continuo de perfeccionamiento, el Plan de Estudio A se transformó en el Plan B que comienza a implantarse en el curso 1982-1983. En él se le prestó una mayor atención al modelo del especialista y a su proceso de elaboración, con una participación más activa de los organismos de la producción y los servicios y se produce una optimización y racionalización científica y pedagógica del proceso docente-educativo, en particular del Plan de Estudio. (Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, 2013)

El Plan de Estudios C comenzó a aplicarse en el curso 1990 -1991, reduciéndose el número de disciplinas, vinculando a los estudiantes con la carrera desde el primer año, asegurando un carácter sistemático e integrador en la adquisición de los conocimientos, e incrementando el trabajo independientemente del estudiante con un aumento de la carga semanal de docencia directa. Se trata de fomentar la adquisición de habilidades prácticas y profesionales con un mayor nivel de integración de los conocimientos ofrecidos por las asignaturas principales integradoras (API), desarrollando en cada semestre un Proyecto de Curso Integrador acompañado de prácticas laborales, procurando dar respuesta a los problemas profesionales más frecuentes que enfrenta un Ingeniero Civil, lo que representó un salto cualitativo en la formación de este profesional de la construcción. (Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, 2013)

Como parte del perfeccionamiento continuo de los planes de estudio en la República de Cuba se ha desarrollado un valioso y estratégico proceso que condujo al diseño del plan de estudio D que, para la Carrera de Ingeniería Civil, tuvo como reto incorporar las tendencias que se observan internacionalmente en relación al diseño curricular, y a la vez satisfacer las demandas actuales y futuras a nivel nacional de los Organismos de la Administración Central del Estado (OACE), unido a las orientaciones establecidas por el Ministerio de Educación

Superior respecto a estos diseños curriculares.(Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, 2013)

La Carrera de Ingeniería Civil en Cuba se afana en formar un profesional con un amplio conocimiento y posibilidades de aplicación de las ciencias básicas y de las ciencias de la ingeniería; aptos para proponer soluciones racionales y creativas de ingeniería enfocados a las edificaciones, las estructuras de todo tipo, las vías terrestres y con algunas incursiones en el campo de la hidráulica. En consecuencia, la carrera asume el encargo social de preparar a un técnico con capacidad de diseñar, proyectar, planificar, gestionar y administrar los proyectos de implementación de dichas soluciones, y desarrollar además actividades como conservador de estructuras construidas o de productor de construcciones a pie de obra; lo mismo en el campo de las edificaciones que de las vías terrestres de comunicación.(Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, 2013)

En general, el egresado de esta carrera debe estar preparado para ofrecer soluciones técnicamente factibles, considerando restricciones de carácter económico, social y ambiental, y con una formación integral que les permita planificar, proyectar y/o dirigir la construcción de edificios sociales e industriales; debiendo analizar la naturaleza y calidad de los materiales a emplear, tipo de terreno de fundación, efectos naturales tales como vientos, sismos, temperatura, corrosión, etc.; planificar, proyectar y dirigir la construcción de obras de fábrica (puentes), carreteras, calles, caminos vecinales y en general obras relacionadas con las vías de comunicación; mantener y explotar obras construidas; coordinar y administrar proyectos de cierta complejidad, teniendo criterio para buscar, obtener y asimilar correctamente asesorías de especialistas de las distintas ramas de la ingeniería. (Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, 2013)

La autora de este trabajo asume que la trayectoria del desarrollo de la formación de la Ingeniería Civil en Cuba ha tenido una fuerte implicación en los ámbitos del desarrollo socioeconómico y político del país. En los momentos actuales, llamada como Era de la Información, se hace altamente necesario el empleo de

herramientas tecnológicas de la información que se ajusten a las necesidades relacionadas con la formación de profesionales y particularmente a la labor que realizan en el eslabón de base.

En este sentido la formación de ingenieros civiles asume los retos de crear las condiciones necesarias para que estos estén aptos para proponer soluciones racionales y creativas de ingeniería enfocados a las edificaciones, las estructuras de todo tipo, las vías terrestres y con algunas incursiones en el campo de la hidráulica. Se asume el encargo social de preparar a un técnico con capacidad de diseñar, proyectar, planificar, gestionar y administrar los proyectos de implementación de dichas soluciones, y desarrollar actividades como conservador de estructuras construidas o de productor de construcciones a pie de obra; lo mismo en el campo de las edificaciones que de las vías terrestres de comunicación.

1.2. Referentes necesarios sobre la Hidráulica Aplicada a la Ingeniería Civil

Según el venezolano Juan J. Bolinaga y Colaboradores, en un material titulado Proyectos de Ingeniería Hidráulica (1999), la Hidrología es la ciencia que estudia el agua y sus manifestaciones en la atmósfera, sobre y debajo de la superficie terrestre; estudia asimismo sus propiedades y sus interrelaciones naturales.

En el mismo material los autores se plantean que se puede establecer que, de acuerdo con la terminología estandarizada internacionalmente, la **Hidrología** se refiere al agua sobre la superficie del terreno (Aguas Continentales), diferenciándose así de la **Oceanografía** que estudia el agua en los mares (Aguas Marítimas) y de la **Meteorología** que estudia el Agua en la atmósfera. (Proyectos de Ingeniería Hidráulica, 1999).

Asimismo Juan J. Bolinaga y Colaboradores (1999) plantean que la Hidrología se subdivide en Hidrología Superficial: la cual estudia las corrientes de agua que riegan la superficie de la tierra y su almacenamiento en depósitos naturales (lagos, lagunas, ciénagas) e Hidrología Subterránea: en la que se incluyen los estudios del agua subterránea (acuíferos). (Proyectos de Ingeniería Hidráulica, 1999).

Desde el punto de vista de la Ingeniería Civil, la Hidrología incluye los métodos para determinar el caudal como elemento de diseño de las obras que tienen

relación con el uso y protección del agua, como es el caso de represas, canales, acueductos y drenaje pluvial, entre otros. (Proyectos de Ingeniería Hidráulica, 1999).

La Ingeniería Hidráulica es la rama de la Ingeniería Civil que se ocupa de planificar, proyectar y construir las obras hidráulicas, entendiéndose que son éstas las que cumplirán la función de captar, conducir, regular y protegernos de las aguas. Cualquier obra civil, cuyas dimensiones y características hayan sido establecidas atendiendo principalmente a criterios y normas hidráulicas e hidrológicas, es una obra o proyecto hidráulico. (Proyectos de Ingeniería Hidráulica, 1999).

Al mismo tiempo los autores venezolanos Edilberto Guevara P y Humberto Cartaya (2004) consideran que la Ingeniería Hidráulica es la rama de la Ingeniería Civil que se ocupa de planificar, proyectar y construir las obras hidráulicas, entendiéndose que son éstas las que cumplirán la función de captar, conducir, regular y protegernos de las aguas. Cualquier obra civil, cuyas dimensiones y características hayan sido establecidas atendiendo principalmente a criterios y normas hidráulicas e hidrológicas, es una obra o proyecto hidráulico.

Los autores mencionados anteriormente en el material titulado Hidrología Ambiental (2004), plantean que el uso de la Hidrología en la Ingeniería Civil, es fundamental para el planeamiento, diseño y operación de los proyectos hidráulicos, pues es el que se orienta hacia los parámetros hidrológicos de diseño. Entre los usos más comunes del agua con fines de **Aprovechamiento** se destacan el **Abastecimiento Urbano**. Es el uso asociado a la satisfacción de los requerimientos futuros de **Demanda de agua** para consumo doméstico, uso público, comercial, e industrial, principalmente. Una vez que se ha determinado el valor de la Demanda de agua, los métodos de la Hidrología permiten realizar el análisis de la fuente que va a suministrarla. Los estudios hidrológicos en este uso se centran en el análisis del Clima, Evapotranspiración y Lluvia en períodos cortos; **Hidroelectricidad** en que se captan caudales de corrientes superficiales (ríos) y se aprovechan las diferencias de cota para generar energía eléctrica a través de la transformación de la energía hidráulica. Para este tipo de Proyectos de Ingeniería

Civil, los estudios hidrológicos determinan la capacidad que tiene la fuente para suministrar la demanda de energía, analizan las magnitudes de las crecientes que pueden atacar a las obras civiles y cuantifican los procesos de sedimentación y determinan las condiciones de la descarga, particularmente en el **Control de Crecidas** que comprende las obras y acciones encaminadas a impedir los daños que ocasionan los desbordamientos de aguas en los ríos u otros cuerpos superficiales en centros urbanos, plantaciones, etc. y el **Control de Erosión** que consiste en impedir la acción erosiva del agua, tanto en cauces como en el suelo. (Hidrología Ambiental, 2004)

Finalmente, sean Obras de Aprovechamiento o de Protección, podremos pensar que los métodos de la Hidrología recolectan y procesan información histórica, programan y ejecutan actividades de campo en topografía, batimetrías, aforos líquidos y sólidos, toma y análisis de muestras de sedimentos, entre otros. Los resultados de estos producen información sobre los aspectos: **Características climatológicas y morfométricas de las zonas** que tienen influencia sobre el área del proyecto Civil; **selección y capacidad de la fuente que suministrará el caudal** que se entregará a los beneficiarios del proyecto, **magnitud de los eventos extremos (crecientes y sequías)**, que pueden poner en peligro la estabilidad de las obras civiles, o a los procesos de navegación o el suministro confiable de agua a los usuarios y **transporte** de sedimentos hacia las obras de captación y almacenamiento, o erosión de cauces naturales. (Hidrología Ambiental, 2004)

Fluidos

Un fluido es una sustancia que se deforma continuamente cuando se somete a un esfuerzo cortante, sin importar qué tan pequeño sea ese esfuerzo cortante. Un esfuerzo cortante es la componente de fuerza tangente a una superficie, y esta fuerza dividida por el área de la superficie es el esfuerzo cortante promedio sobre dicha superficie. El esfuerzo cortante en un punto es el valor límite de la fuerza por unidad de área a medida que el área se reduce a un punto. (L.Streeter, Victor; Benjamin Wylie; Keith W. Bedford, 2000).

La mecánica de fluidos puede subdividirse en dos campos principales: la estática de fluidos, o hidrostática, que se ocupa de los fluidos en reposo, y la dinámica de fluidos, que trata de los fluidos en movimiento. El término de hidrodinámica se aplica al flujo de líquidos o al flujo de los gases a baja velocidad, en el que puede considerarse que el gas es esencialmente incompresible. (W. Dayli, James, Donald R.F. Harleman, 1975).

Debido a que el movimiento de un fluido real es muy complejo, consideraremos un modelo de fluido ideal con las siguientes condiciones: a) Se trata de un fluido incompresible, con densidad constante; b) Que se mueve en un flujo estacionario y laminar y c) La velocidad es constante en cada punto. (W. Dayli, James, Donald R.F. Harleman, 1975).

Los teoremas fundamentales de la hidrodinámica son: 1- Teorema de Continuidad o conservación de la masa; 2- Teorema de Bernoulli o conservación de la energía y 3- Teorema de la cantidad de movimiento. (W. Dayli, James, Donald R.F. Harleman, 1975).

Teorema de Bernoulli o conservación de la energía

La integración de la ecuación para una densidad constante da como resultado la ecuación de Bernoulli (L.Streeter, Victor; Benjamin Wylie; Keith W. Bedford. 2000)

$$gz + \frac{v^2}{2} + \frac{p}{\rho} = \text{constante}$$

La constante de integración (conocida como la constante de Bernoulli) generalmente varía de una línea de corriente a otra, pero permanece constante a lo largo de una línea de corriente en flujo permanente, sin fricción e incompresible. Estas cuatro suposiciones son necesarias y se deben tener presentes al aplicar esta ecuación. Cada término tiene dimensiones de (LiT)* o unidades de metros-newtons por kilogramo. (L.Streeter, Victor; Benjamin Wylie; Keith W. Bedford. 2000)

$$\frac{n.M}{Kg} = \frac{m.Kg.m/s^2}{Kg} = \frac{m^2}{s^2}$$

Debido a que $1 \text{ N} = 1 \text{ kg m/s}^2$. Por consiguiente, la ecuación se interpreta como energía por unidad de masa. Cuando ésta se divide por g , (L.Streeter, Victor; Benjamin Wylie; Keith W. Bedford. 2000)

$$z + \frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\rho} = \text{constante}$$

Puede interpretarse como energía por unidad de peso, metros-newton por newton (o pies-libra por libra). Esta forma es particularmente conveniente para desarrollar problemas de líquidos con una superficie libre. Cada uno de los términos de la ecuación de Bernoulli puede interpretarse como una forma de energía disponible. Esta ecuación también se conoce como la ecuación de conservación de energía mecánica. (L.Streeter, Victor; Benjamin Wylie; Keith W. Bedford. 2000)

Es particularmente importante notar que esta ecuación de energía se dedujo de la ecuación de conservación de momentum. Las pérdidas de energía debidas a la fricción y a la transferencia de calor solamente pueden incorporarse a la ecuación diferencial de energía completa. (L.Streeter, Victor; Benjamin Wylie; Keith W. Bedford. 2000)

Propiedades de los fluidos

En su sentido estricto, la dinámica de fluidos comprende el estudio de la distribución y difusión de materias fluidas y de sus diversas propiedades, así como el movimiento de fluidos a través de sistemas. Todo esto de un punto del sistema a otro concierne al flujo y transferencia de materia, energía, cantidad de movimiento y de otras propiedades. (W. Dayli, James, Donald R.F. Harleman, 1975).

En la deducción de las ecuaciones fundamentales en este texto se emplean ambos métodos; respecto a las cuales se hace especial hincapié en distinguir claramente sus bases y limitaciones, así como respecto a las ecuaciones derivadas de ellas. Esta distinción es de especial importancia debido a que en algunos casos pueden obtenerse relaciones que tengan exactamente los mismos términos, empleando cualquiera de los métodos anteriormente señalados y no obstante que se basan en premisas completamente diferentes. Es muy frecuente esta confusión de los procedimientos deductivos; por ejemplo, para la llamada ecuación de Bernoulli. (W. Dayli, James, Donald R.F. Harleman, 1975).

En general, la materia puede clasificarse por las formas físicas en que se presenta. Estas formas, conocidas como fases, son la sólida, la líquida y la de gas o vapor. Los fluidos comprenden las fases líquida y gaseosa (o de vapor) de la materia. (W. Dayli, James, Donald R.F. Harleman, 1975).

Los fluidos que manifiestan una proporcionalidad variable entre esfuerzo y rapidez de deformación se conocen como no-newtonianos. Un gran número de fluidos, de uso poco común, pero que son sumamente importantes, son no-newtonianos. La reología trata de los plásticos y de los fluidos no-newtonianos aplicados a la ingeniería. (W. Dayli, James, Donald R.F. Harleman, 1975).

Recientemente, la importancia creciente de los fluidos no-newtonianos en aplicaciones técnicas ha dado por resultado su introducción a la literatura ingenieril. Se puede hacer una subdivisión de los fluidos en dos clases principales, compresibles e incompresibles, sobre la base de su reacción a esfuerzos de presión (normales. La temperatura, la presión, la viscosidad y la tensión superficial son también independientes de la cantidad de sustancia presente, por tanto, son propiedades intensivas. Las propiedades intensivas son los valores que se aplican a una «partícula» del fluido. (W. Dayli, James, Donald R.F. Harleman, 1975).

Presión, p.

Presión es fuerza/área. Si un volumen de materia es aislado como un cuerpo libre, el sistema de fuerzas que actúan sobre el volumen incluye fuerzas de superficie, actuando sobre cada elemento del área que encierra al volumen. En general, una fuerza superficial tendrá componentes perpendiculares y paralelas a la superficie. (W. Dayli, James, Donald R.F. Harleman, 1975).

Temperatura.

Todos cuerpos en equilibrio térmico muestran el mismo valor para la propiedad que llamamos temperatura. Los cambios en la temperatura causan cambios en otras propiedades de la materia y nos proporcionan métodos de medida. Un ejemplo es la expansión del mercurio con el incremento de la temperatura, mientras otro, es el incremento en la presión de un gas con volumen constante, al elevarse su temperatura. (W. Dayli, James, Donald R.F. Harleman, 1975).

Densidad, ρ .

Densidad es masa/volumen. Se dice que una cantidad dada de materia tiene cierta masa la cual es tratada como invariante. Por tanto, la densidad será una constante mientras el volumen de una cantidad dada de materia permanezca inafectado (esto es, para un gas, siempre que las condiciones de presión y temperatura sean las mismas). (W. Dayli, James, Donald R.F. Harleman, 1975).

Peso específico, γ .

El peso específico es peso/volumen. El peso depende del campo gravitacional. (En el campo de la tierra, es la fuerza de la gravedad actuando sobre una masa dada, en una localidad determinada). Consecuentemente, el peso específico, en contraste con la densidad, depende del campo gravitacional. (W. Dayli, James, Donald R.F. Harleman, 1975).

Viscosidad (molecular dinámica), μ .

Debido a la movilidad molecular, una propiedad llamada viscosidad se hace evidente siempre que un fluido se mueva de forma tal que exista un movimiento relativo entre volúmenes adyacentes. Esto nos lleva al método común de definir la magnitud de la viscosidad para mediciones en términos de un flujo simple. Consideremos el campo bidimensional de esfuerzos tangenciales paralelos, descrito por la velocidad en la dirección del eje x , cuya magnitud es una función solamente de la normal en la dirección del eje. (W. Dayli, James, Donald R.F. Harleman, 1975).

Flujo en tuberías abiertas

En el flujo permanente en una tubería las fuerzas viscosas e inerciales son las que tienen consecuencias importantes; por consiguiente, cuando se cumple la similitud geométrica, tener el mismo número de Reynolds en el modelo y el prototipo asegura la similitud dinámica. Los diferentes coeficientes de presión correspondientes son los mismos. Para pruebas con fluidos que tienen la misma viscosidad cinemática en modelo y prototipo, el producto, VD , debe ser el mismo. Frecuentemente esto requiere velocidades muy altas en modelos pequeños. (W. Dayli, James, Donald R.F. Harleman, 1975).

Estructuras hidráulicas abiertas

Estructuras tales como vertederos, piscinas de disipación, transuones en canales y vertederos, generalmente tienen fuerzas debidas a la gravedad (causadas por cambios en la elevación de superficies de los líquidos) y fuerzas inerciales que son mayores que las fuerzas viscosas y de esfuerzo cortante turbulento. (W. Dayli, James, Donald R.F. Harleman, 1975).

Con el fin de visualizar las distribuciones resultantes de las funciones de corriente y de potencial de velocidad, se acostumbra crear una red de flujo, la cual está compuesta por una familia de líneas (o niveles) de ψ constante y líneas (o niveles) de ϕ constante. Una línea (o nivel) de ψ constante se conoce como una línea equipotencial y, fácilmente, se puede demostrar que el vector velocidad es perpendicular a la línea equipotencial en cualquier lugar. Una línea (o nivel) de ϕ constante es tangente al vector velocidad en cualquier lugar y siempre intersecará una línea equipotencial formando ángulos rectos. (W. Dayli, James, Donald R.F. Harleman, 1975).

En otras palabras, las líneas de corriente y las equipotenciales son ortogonales. Al dibujar la red de flujo se acostumbra dejar que el cambio en la constante entre las líneas equipotenciales adyacentes y entre las líneas de corriente correspondientes sea igual. (W. Dayli, James, Donald R.F. Harleman, 1975).

Dragas

Una draga es una embarcación utilizada para excavar material debajo del nivel del agua, y elevar el material extraído hasta la superficie. Estas operaciones se pueden realizar en canales navegables, en puertos, dársenas o embalses. La selección de la draga viene influenciada por el tipo de material a extraer, la cantidad, la profundidad del fondo, el acabado que se quiera conseguir y la economía. Existen dos grandes grupos, las dragas mecánicas y las dragas de succión. (Villarino Otero, A, 2010). Ambas tienen una alta significación en los análisis que se realizan en la Hidráulica para la Ingeniería Civil.

Dragas Mecánicas

La draga de cuchar: está compuesta por una grúa giratoria que va montada encima de un pontón. La grúa lleva una cuchara bivalva que puede alcanzar grandes profundidades (50 metros) y extrae materiales con gran precisión en sitios reducidos. Usa un sistema de fijación de spuds que son unos pilares que se hincan en el fondo o con anclas. El terreno preferible es el suelo granular, suelto o algo cohesivos debido a la baja disolución que provocan, además la cuchara es intercambiable lo que facilita la extracción de otros materiales. Sus inconvenientes son una baja producción en comparación con otras dragas y la irregularidad del fondo lo que implica la necesidad de un sobredragado, es decir dragar por debajo de la cota contratada. Todo esto implica que el coste por metro cúbico excavado es más elevado. (Villarino Otero, A, 2010)

Dragas de Succión

La draga de succión estacionaria consiste en una embarcación que porta una tubería conectada a una bomba que absorbe el material del fondo. Existen a su vez dos tipos: (Villarino Otero, A, 2010)

De succión y envío o impulsora simple que consiste en una embarcación que carga la bomba y que lleva la tubería que puede llegar hasta otro barco de transporte de material o algún sitio de destino del material como una playa.

De succión y portadora o autoportadora contiene la bomba y transporta además el material dragado hasta el destino. Es apropiada para dragar materiales granulares y el acabado del fondo es irregular. (Villarino Otero, A, 2010)

Fue Proctor, en 1933, quien descubrió la relación densidad-humedad en la compactación y sugirió el ensayo denominado "Proctor Normal", que posteriormente con el progresivo aumento de las cargas fue ajustado obteniendo el "Proctor Modificado". El grado de compactación a lograr se define en los Proyectos, mediante la indicación del porcentaje que debe alcanzar el suelo compactado referido a unos ensayos estandarizados: Proctor Normal o Proctor Modificado En obra, se comprueba el grado de compactación alcanzado mediante

la medida de la densidad, que se realiza por el método de la arena. (Villarino Otero, A, 2010)

Intensidad de la lluvia máxima

La intensidad de la lluvia máxima se puede calcular con base en las curvas Intensidad -Duración - Frecuencia (IDF) disponibles de estaciones ubicadas en la zona de estudio. Estaciones con información temporal inferior a la diaria y con un registro suficientemente largo normalmente disponen de las curvas IDF, en caso contrario es posible calcularlas mediante diferentes metodologías clásicas (Chow et al., 1994).

La hipótesis para la estimación de las lluvias máximas supone que la duración de los aguaceros máximos es equivalente al tiempo de concentración de la cuenca, con un valor mínimo de 5 minutos, siendo además función del período de retorno. Aunque esto no es necesariamente cierto se considera aceptable (Vélez y Botero, 2011).

Cálculo de caudales máximos

Para la determinación de caudales máximos en una cuenca existen numerosas metodologías, algunas de las cuales emplean registros hidrométricos históricos y otros, más comúnmente utilizados, parten de la información de lluvias para la obtención de caudales máximos; dichos métodos son denominados normalmente, lluvia-caudal o lluvia-escorrentía.

Para la estimación de los caudales máximos para los diferentes períodos de retorno se emplearon diversas metodologías las cuales se describen a continuación (Segura y Reyes, 1992; Chow et al., 1994; Suárez, 2001; Linsley et al., 1990; Viessman y Lewis, 2003).

En aquellos casos en los que la información es escasa, comúnmente se recurre a los métodos empíricos, sin embargo los resultados que estos métodos arrojan deben ser mirados con cuidado ya que el nivel de incertidumbre pudiera ser superior al aceptable para un objetivo determinado. (Vélez Upegui, Jorge Julián. et.al., 2013).

Es necesario definir, en principio, si la cuenca a la que se está aplicando un método específico tiene características similares a las de la cuenca para la cual

fue desarrollada dicha ecuación. Algunos de estos métodos requieren de unos datos adicionales a los ya calculados. (Vélez Upegui, Jorge Julián. et.al., 2013).

Coefficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía C es la relación entre el volumen de la escorrentía superficial total Esc , y el volumen de agua precipitado para un mismo período de tiempo, Ppt . (Vélez Upegui, Jorge Julián. et.al., 2013).

El balance hidrológico pretende dar una idea sobre la disponibilidad del recurso agua; se suelen separar el balance de las aguas superficiales y el de las aguas subterráneas aunque para los proyectos viales interesan las aguas superficiales. Los balances estudian el equilibrio entre todos los recursos hídricos que ingresan al sistema y los que salen del mismo, en un intervalo de tiempo determinado para una zona de estudio dada. De forma general, la entrada al sistema es la lluvia, la salida es la evapotranspiración y mediante la ecuación de balance hídrico se estima la escorrentía. (Vélez Upegui, Jorge Julián. et.al., 2013).

Los estudios hidrológicos previos al estudio hidráulico no sólo deben brindar información sobre el área de drenaje y caudal a evacuar por cada obra óptica, sino que además deben proporcionar la ubicación exacta y el caudal para un período de retorno escogido de cada una de las corrientes de agua que crucen el nuevo trazado de la vía. (Vélez Upegui, Jorge Julián. et.al., 2013).

Dependiendo del período de retorno asociado a cada corriente se genera un caudal de diseño para la obra que lo conducirá debajo de la vía. Este caudal puede ser tal que no requiera una estructura con diseño especial, adaptándose en este caso una conducción óptica, o bien que su magnitud sea tal que conlleve el planteamiento de una obra de mayor envergadura. (Vélez Upegui, Jorge Julián. et.al., 2013).

Ciclo Hidrológico

El principal criterio para el diseño hidrológico corresponde a la definición de los períodos de retorno, para los cuales no existe una normatividad suficientemente explícita, aunque en ocasiones las entidades proponen unos valores de acuerdo a su experiencia. (Vélez Upegui, Jorge Julián. et.al., 2013).

Para el diseño hidrológico de obras mayores se propone emplear el período de retorno de 200 años, ya que cuando el costo de las obras es elevado se requiere una protección adecuada ante las posibles eventualidades máximas. Para las obras menores se proponen períodos de retorno de 25 años y para aquellas obras que no sean típicas se les asigna un período de retorno acorde al costo y vida útil de la misma. (Vélez Upegui, Jorge Julián. et.al., 2013).

Básicamente se realizan pruebas de homogeneidad y consistencia para garantizar un estudio coherente y robusto (Kite, 1988). La información de tipo espacial contempla la información topográfica y toda la información que es posible extraer de ella, como son la pendiente, la red de drenaje, las áreas acumuladas, la dirección de drenaje, las distancias hasta el punto de desagüe y el índice topográfico. (Vélez Upegui, Jorge Julián. et.al., 2013).

La hipótesis fundamental para el diseño hidrológico, cuando no se dispone de suficiente información de caudales en la zona del proyecto, se basa en la relación lluvia-escorrentía que existe en la naturaleza y menciona que una lluvia máxima estimada para un período de retorno dado produce un caudal máximo para ese mismo período de retorno. Esta hipótesis se acepta aun siendo conscientes de la no linealidad existente entre la lluvia y la escorrentía. (Vélez Upegui, Jorge Julián. et.al., 2013).

Conclusiones

La autora de la presente investigación tiene en consideración el diseño de box culverts que consiste en la verificación de la capacidad hidráulica de estas estructuras para evacuar el caudal de diseño requerido bajo las condiciones de pendiente y profundidad normal (esta última, igual al 75% de la altura disponible según la sección elegida). El vaciado monolítico de los box, así como la existencia de atraques y de refuerzo estructural en las losas de concreto, justifican que el valor de velocidad máxima no sea en sí un referente final de diseño para este tipo particular de estructuras; inclusive para autores como Silva, esto aplica también para tuberías de 36" (Silva, 1982), aunque se busca que dicha velocidad sea preferiblemente, menor a 5,0 m/s, (Vélez Upegui, Jorge Julián. et.al., 2013).

El diseño de tuberías circulares en concreto sigue los mismos parámetros adoptados para el diseño de box culverts, aunque en este último caso el proceso constructivo basado en módulos unidos mediante juntas exige que la velocidad máxima alcanzada no sobrepase en ningún caso 5,0 m/s. En ambos casos el criterio referido a velocidad mínima real permitida es el valor de 0,75 m/s para el caudal de diseño. (Vélez Upegui, Jorge Julián. et.al., 2013).

El valor de la pendiente mínima, tal que permita tener condiciones de auto limpieza, es aquel que permita asegurar el valor de velocidad mínima El valor de pendiente máxima es aquel para el cual se tenga una velocidad máxima real permitida El valor mínimo permisible de recubrimiento en alcantarillados sanitarios, para vías vehiculares, es de 1,20 m. A diferencia de la profundidad mínima de instalación (la cual se deja explícita mediante un valor único, la profundidad máxima de colectores respecto a la rasante definitiva resulta variable, siendo el valor de referencia 5,0 m. (Vélez Upegui, Jorge Julián. et.al., 2013).

La fórmula de Manning es probablemente la ecuación para flujo en canales abiertos más utilizada, y una de las más fáciles de resolver. El componente de rugosidad C resulta constante para todo el rango de flujos y usualmente se representa mediante el coeficiente de Manning. Los valores de los exponentes X e Y son $2/3$ y $1/2$ respetivamente. (Vélez Upegui, Jorge Julián. et.al., 2013).

La fórmula de Darcy-Weisbach fue desarrollada para el análisis de sistemas a presión, aunque resulta suficientemente general para ser aplicada en flujos de canales abiertos. Aunque su solución por medios manuales es extremadamente difícil, la disponibilidad de computadores ha hecho que el uso de esta fórmula gane aceptación, dado que ella modela con gran exactitud la variabilidad de la rugosidad efectiva en función de la geometría, velocidad y material del canal. Esta fórmula es considerada por muchos ingenieros como la más acertada para la modelación en condiciones de flujo uniforme. (Vélez Upegui, Jorge Julián. et.al., 2013).

Canales

Se puede definir un canal como cualquier conducción en régimen libre con una geometría definida, referida a su pendiente longitudinal, sección transversal,

trazado, etc. Constituyen las obras de ingeniería hidráulica más representativas del régimen libre, y las secciones transversales más habituales son las *trapeziales*, *rectangulares*, *triangulares* y *circulares*. (Vélez Upegui, Jorge Julián. et.al., 2013).

Bombas y turbinas

En ocasiones nos encontramos con que el fluido está en un nivel inferior al del punto en el que se necesita, por lo que se precisa una elevación mediante un mecanismo que aporte al fluido la altura de energía adicional para que pueda alcanzar el nivel requerido. Este mecanismo es la bomba hidráulica, que se alimenta de otra fuente de energía, normalmente eléctrica. El fluido recibe una energía externa de una bomba, mientras que en la segunda, el propio fluido aporta el excedente de energía para su aprovechamiento a través de una turbina. (Vélez Upegui, Jorge Julián. et.al., 2013).

Elevación de un fluido por bombeo

Las situaciones más habituales, en la que un fluido debe pasar de un depósito o embalse de nivel Z1 a otro, situado a una cota superior Z con la aportación de energía H de una bomba situada en B. (Vélez Upegui, Jorge Julián. et.al., 2013).

La posición de la bomba, respecto al nivel del depósito inferior, está limitada por las depresiones que se originan en la tubería de aspiración, que no deben superar el valor negativo de la presión atmosférica (10,33 m), para evitar el aplastamiento de la tubería por la cavitación producida en su interior. (Vélez Upegui, Jorge Julián. et.al., 2013).

La depresión en la entrada de la bomba viene dada por $Z_b - Z'_a$, cuyo valor no debe superar el valor absoluto de la presión atmosférica (-10,33 m), por lo que en el caso teórico, que se desprecien las pérdidas y la energía cinética, $Z'_a = Z_1$, la altura de aspiración $Z_b - Z_1$ no debe superar los 10,33 m. (Vélez Upegui, Jorge Julián. et.al., 2013).

Ahora bien, en los casos reales donde tenemos en cuenta las pérdidas de carga en el tramo de aspiración y la energía cinética de llegada a la bomba, este valor $Z_b - Z_1$ será inferior a los ≈ 5 ó 6 m., para tener un margen de seguridad. (Vélez Upegui, Jorge Julián. et.al., 2013).

1.3. Componentes del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje Desarrollador

Los protagonistas del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje Desarrollador (PEAD) son los estudiantes, el grupo y el profesor. El protagonismo del estudiantado no se realiza eliminando el del profesor, sino delimitando cualitativamente, el papel de cada uno y sus condicionamientos recíprocos. Se centra en torno a la persona que aprende. Se organiza la actividad individual en función de potenciar sus aprendizajes, así como la interactividad y comunicación con el profesor y con el grupo.

Según Doris Castellanos y otros, el papel de la educación, teniendo en cuenta la relación dialéctica existente entre la educación, el aprendizaje y el desarrollo en el ser humano, entre otros aspectos, ha de ser el de crear desarrollos, a partir de la adquisición de aprendizajes específicos por parte de los/las educandos. Pero la educación se convierte en promotora del desarrollo solamente cuando es capaz de conducir a las personas más allá de los niveles alcanzados en un momento determinado de su vida y propicia la realización de aprendizajes que superen las metas ya logradas (Castellanos & Castellanos, B. Llivina, M. Silverio, G, 2001).

Según criterios de estos mismos autores el aprendizaje, para ser desarrollador debe promover el desarrollo integral de la personalidad del educando, es decir, activar la apropiación de conocimientos, destrezas y capacidades intelectuales, en estrecha armonía con la formación de sentimientos, motivaciones, cualidades, valores, convicciones e ideales. Debe potenciar además el tránsito progresivo de la dependencia a la independencia y a la autorregulación, así como el desarrollo en el sujeto de la capacidad de conocer, controlar y transformar creadoramente su propia persona y su medio. Por último debe desarrollar la capacidad para realizar aprendizajes a lo largo de la vida, a partir del dominio de las habilidades y estrategias para aprender a aprender y la autoeducación constante. (Mieres Lima, Adiaris, 2017)

Doris Castellanos define como aprendizaje desarrollador "...aquél que garantiza en el individuo la apropiación activa y creadora de la cultura, propiciando el desarrollo de su auto perfeccionamiento constante, de su autonomía y autodeterminación, en íntima conexión con los necesarios procesos de

socialización, compromiso y responsabilidad social” (Castellanos & Castellanos, B. Llivina, M. Silverio, G, 2001).

En cuanto a los componentes no personales del proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador el rector es el objetivo, que responde a la demanda de la sociedad de forma pedagógica. Una de las características fundamentales de los objetivos es estar en función de los estudiantes.

Otro de los componentes es el método de enseñanza. Guillermina Labarrere define método de enseñanza como "... la secuencia de actividades del profesor y de los alumnos dirigidas a lograr los objetivos de enseñanza" (Labarrere, 1988). Los contenidos en su acepción más amplia, representan aquella parte de la cultura que es intencionalmente seleccionada de acuerdo con los intereses y necesidades de la sociedad, con el propósito de que los estudiantes se la apropien en el contexto de la institución escolar.

En esencia, los métodos deben ser predominantemente productivos aunque interactúen con los expositivos puesto que estos requieren de una concepción de sistema. A través de ellos se debe garantizar la participación activa de los estudiantes y propiciar el trabajo grupal en armonía con el individual. Es preciso que los métodos estimulen la reflexión y el desarrollo de conocimientos sobre sí mismos como sujetos de aprendizaje. Potenciar el desarrollo del autoconocimiento, autocontrol, la autovaloración y la autoevaluación, en correspondencia con el carácter activo y consciente del aprendizaje, en aras de la autorregulación del estudiante.

Acerca de los medios de enseñanza, otro componente, se analizó la definición del destacado autor Lothar Klineberg en el prestigioso material “Introducción de la Didáctica General” quien plantea que son todos los medios materiales necesitados por el maestro o el alumno para una estructuración y conducción efectiva, y racional del proceso de educación e instrucción a todos los niveles, en todas las esferas de nuestro sistema educacional y para todas las asignaturas, para satisfacer las exigencias del plan de enseñanza”. [Klineberg 1970]

En una posición teórico sobre el tema, Abreu [2014], en su libro Didáctica de la Enseñanza Técnica y Profesional concuerda con la opinión del Doctor Porto Ramos quien hace alusión a que los medios representan el componente material o materializado del proceso de enseñanza-aprendizaje, que sirve para construir las representaciones esenciales de los conocimientos y habilidades a adquirir por el alumno y para motivar y activar las relaciones que se dan en dicho proceso, así como para la apropiación y comunicación de contenidos y acciones presentes en él. (Talavera Morales, Gretter, 2017)

Los autores consultados concuerdan en que es precisa la determinación de un sistema de medios en correspondencia con los tipos de contenido y con la estructuración del mismo. Estos son los que apoyan la dinámica del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje Desarrollador (PEAD) con el fin de lograr que los estudiantes se apropien de los contenidos.

Los medios deben ofrecer a los estudiantes lo necesario para que pueda desplegar un pensamiento productivo y creador. El medio debe estructurarse atendiendo a criterios procesales de aprendizaje. Estos también se diseñan en forma de sistema y deben estar estrechamente relacionados con los objetivos el contenido y los métodos de enseñanza. Estos se seleccionan, elaboran e instrumentan para estimular el desarrollo de la activación intelectual, su autorregulación y las motivaciones de los estudiantes por aprender y crear.

En la actualidad, por la complejidad de los contenidos se hacen más complejos los medios, que pueden variar desde los objetos, representaciones y modelos más sencillos, hasta el empleo de la televisión, el video y el uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación como recurso para un aprendizaje desarrollador.

Para potenciar un aprendizaje desarrollador y creativo se necesita además, de formas organizativas con una estructuración adecuada, que garanticen el funcionamiento de los componentes del PEAD como un todo sistémico. Se recomiendan las formas organizativas prácticas, de gran interacción grupal como

las clases prácticas, talleres y clase encuentros, donde los estudiantes trabajen independientemente y confronten sus resultados de forma colaborativa.

La evaluación es un componente muy importante del PEAD y consiste en el control de los progresos y resultados. La evaluación, como función de la dirección del proceso, constituye por tanto un elemento importante en la enseñanza desarrolladora,

1.3.1 El folleto como medio de enseñanza

Según Norberto Chávez “un folleto es una pieza gráfica que se caracteriza por reunir en sí, aspectos que corresponden al diseño editorial y al publicitario, y por subordinar sus elementos generalmente a una función primordial: la informativa”. (Chávez, Norberto, 1989).

La preeminencia de la función informativa no implica que en la estrategia comunicacional de un folleto no se encuentren juegos retóricos, tendientes a seducir, entretener y lograr la complicidad del que recibe. Por el contrario, retomando el sistema concebido por Norberto Chávez para analizar “el cartel” (y retomando a su vez a Jakobson) podríamos aplicar el dispositivo SD6-MG al análisis integral de estas piezas gráficas. (Chávez, Norberto., 1989).

Una de las características formales de todo folleto, es la de constituirse en una pieza gráfica “en cuotas” .El contacto debe ser lo suficientemente intenso como para mantener la atención, además de captarla, a lo largo de los distintos cuerpos de la pieza. Debe hacer que el receptor lo mire, luego lo abra, lo vuelva a abrir, lo gire, lo despliegue, ¡y además lo lea! (Beltrán, Félix., 1992).

Chávez, describe la estética en un folleto como un plan de seducción, a una voluntad de belleza destinada a gratificar. El propio Norberto cita a Marta Zatoryi para cerrar la primera parte de este pequeño análisis: “Perder la condición de asombrarse, es renunciar al siguiente por qué; dar todo por sabido y entendido, renunciar a la capacidad creativa, gestadora. Y con ello se extingue también el sujeto estético. Porque la creación estética no es sólo hacer la obra de arte sino verla de diferente manera, resignificarla, resimbolizarla. Sin ello, se instala la

inmovilidad, la impotencia frente a la creatividad. El asombrarse e preguntarse y repreguntar al mundo, es abrir las puertas a las nuevas posibilidades.”

La autora del presente trabajo de diploma considera que un folleto, como medio de enseñanza, orientado a fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje, constituye una útil herramienta no solo para los estudiantes, quienes son el centro del proceso, sino también para los profesores los cuales tienen la responsabilidad de conducir el mismo.

Conclusiones Parciales

- La Ingeniería Civil ha evolucionado favorablemente desde la Prehistoria hasta la Era de la Información, en la que actualmente se encuentra, a favor del desarrollo socioeconómico de las naciones.
- La Hidráulica Aplicada es una asignatura de alta significación para la formación de ingenieros civiles y para la solución de problemas concretos del territorio, particularmente los temas relacionados con los fluidos, la presión, la temperatura, la densidad, el peso específico, la viscosidad, flujo en tuberías abiertas y cerradas, estructuras hidráulicas abiertas y cerradas, redes de abastecimiento de agua, ciclo hidrológico, conducciones, canales, bombas y turbinas; contenidos con los que se elabora un folleto que contribuirá con el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Se hace necesaria la materialización del Proceso de Enseñanza –Aprendizaje Desarrollador en la asignatura de Hidráulica Aplicada de la carrera de Ingeniería Civil ya que este estimula el autodesarrollo de los estudiantes como protagonistas y al mismo tiempo potencia el vínculo entre estudiantes y profesores en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, promueve el desarrollo integral de la personalidad de los educandos.

Capítulo II. Folleto para el fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Hidráulica Aplicada en tercer año de la Ingeniería Civil

Introducción del Capítulo II

En el presente capítulo se hace referencia a los resultados de los instrumentos aplicados durante el proceso de investigación, para la recopilación de la información necesaria y actualizada de la asignatura Hidráulica Aplicada, según criterios recogidos por estudiantes, graduados y profesores de la carrera de Ingeniería Civil. Además se presenta el diseño de un folleto para el fortalecimiento del proceso enseñanza-aprendizaje de la asignatura Hidráulica Aplicada.

2.1. Resultados de los instrumentos aplicados durante el proceso de investigación

Como resultado de la sistematización en el capítulo I, se establece como variable principal: el fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Hidráulica Aplicada. Sobre esta base se operacionalizó en dimensiones e indicadores, se determinó como primera dimensión la educativa y como segunda dimensión la comunicativa

A partir de estas dimensiones y sus indicadores, la autora diseñó el diagnóstico. El proceso para el diagnóstico se desarrolló en dos etapas. En la primera se realizaron: revisión de documentos, encuesta a los estudiantes, egresados no profesores y profesores de la carrera. En la segunda etapa se realizó el procesamiento de la información recopilada que permitió a la autora el diseño de un folleto para la contribución al fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje en la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad de Matanzas. A continuación se muestran los resultados obtenidos luego de la aplicación, tabulación y análisis de los mismos.

2.1.1. Encuesta aplicada a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil

Para la encuesta se elaboraron y aplicaron preguntas mixtas. En el caso de la encuesta aplicada resultó ser por su grado de libertad, de preguntas mixtas, que

obedece a la combinación de las preguntas de tipo abiertas con las cerradas, las que permiten profundizar en determinada información que se encuentre limitada por otras.

Pasos seguidos en la organización de la encuesta:

- Preparación de la encuesta
- Confección del instrumento
- Selección de los sujetos
- Preparación del personal auxiliar
- Determinación de las técnicas estadísticas
- Contacto con los estudiantes, egresados y profesores para informarle acerca de la investigación
- Selección de fecha, hora y lugar
- Aplicación de la encuesta
- Procesamiento de la encuesta

Para el caso de la redacción del cuestionario, se trató de adaptarlo a las siguientes características:

Las preguntas, se trató que fueran pocas y siempre en función del objetivo que se perseguía con la aplicación del cuestionario.

La claridad en las preguntas y la evitación de ambigüedades en el texto, fueron acciones realizadas a favor del cuestionario, de la misma manera que se trató de utilizar un lenguaje adecuado a las personas muestreadas.

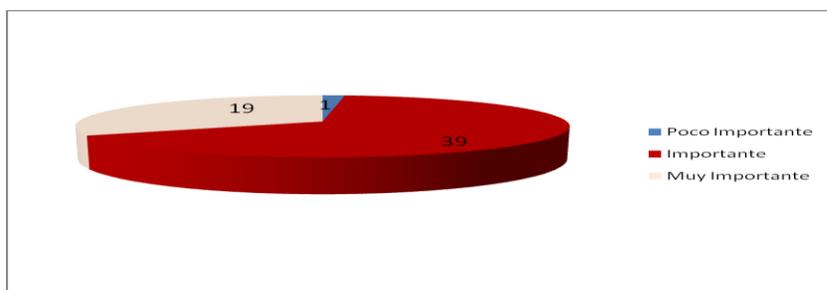
La formulación de las preguntas negativas se trató de evitarlas.

La inclusión de preguntas tendenciosas fue evitada en la encuesta, obviando que la misma estuviera plagada de opiniones del investigador.

En el caso particular de la encuesta aplicada a estudiantes se obtuvieron resultados de un alto valor para la investigadora que contribuyeron con la argumentación de la propuesta del folleto como medio de enseñanza en la asignatura Hidráulica Aplicada.

El 100% de los estudiantes encuestados recibieron la asignatura, por lo que pudieron responder sin dificultades las preguntas elaboradas en el cuestionario. Se les preguntó sobre la importancia de la asignatura para un estudiante de la carrera. Como se expresa en el gráfico 1, consideran *Importante* la asignatura 39 estudiantes para la Ingeniería Civil que representa el 66,1%; 19 la consideran *Muy Importante* para el 32,2% y 1 respondió *Poco Importante* para el 1,7%.

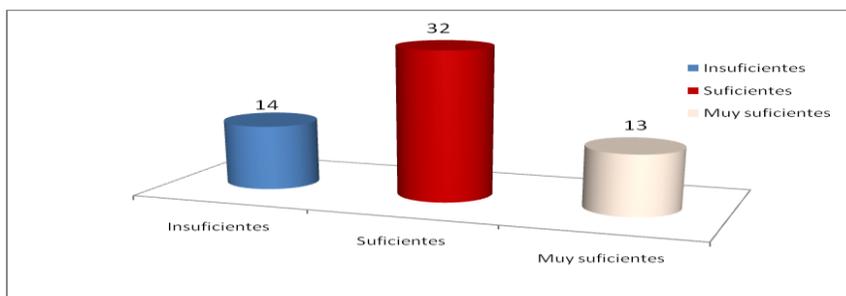
Gráfico I. Importancia de la asignatura Hidráulica Aplicada para estudiantes de Ingeniería Civil



Elaboración propia, 2018

En la segunda pregunta realizada a los estudiantes sobre el nivel de suficiencia, según sus consideraciones, de las herramientas que brinda el profesor cuando imparte la asignatura se pudo obtener la información que se muestra en el gráfico siguiente:

Gráfico 2: Nivel de suficiencia de las herramientas utilizadas en clase según estudiantes



Elaboración propia, 2018

El gráfico anterior muestra que el 23,7% de los estudiantes respondieron que son *Insuficientes* las herramientas con las que se cuentan en la asignatura de Hidráulica Aplicada en la Universidad de Matanzas. Asimismo, el 54,2% considera que son *Suficientes* y el 22,1% opina que son *Muy Suficientes*.

Al mismo tiempo se les pidió que argumentaran en cualquiera de los casos. Se presentan a continuación los criterios expresados por los estudiantes:

Insuficiente:

- Falta de contenido actualizado cuando se imparte la asignatura
- Escasos materiales con términos que se utilizan en la asignatura de Hidráulica Aplicada
- Poca organización de la información que se brinda en la asignatura Hidráulica Aplicada
- Pocas actividades prácticas en la asignatura Hidráulica Aplicada
- Muy dispersa la información que se brinda en la asignatura

Suficiente:

- Herramientas utilizadas que permiten la comprensión fácilmente de la asignatura Hidráulica Aplicada
- Las utilizadas permite que los estudiantes tengan nociones elementales de los temas generales de la asignatura
- Que combinan la teoría con la práctica de la asignatura
- Se cuenta con varios documentos digitales para la asignatura

Muy Suficiente:

- Se cuenta con mucha información para la asignatura

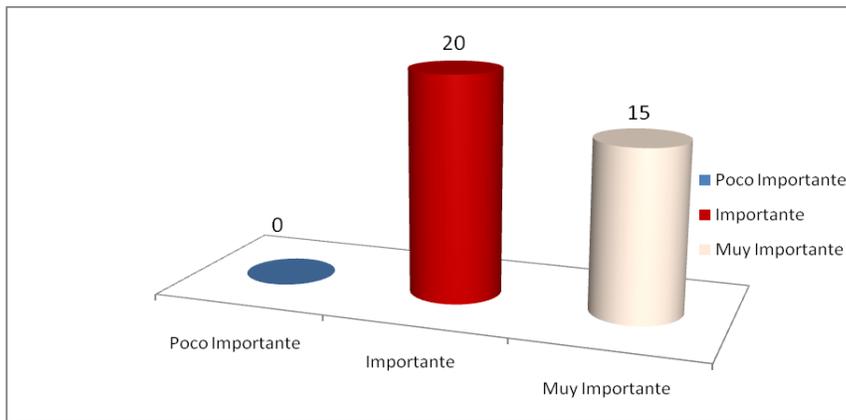
En la cuarta pregunta del cuestionario los estudiantes expusieron sus criterios sobre la utilidad de un folleto como medio de enseñanza para el fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Hidráulica Aplicada. El 100% de los encuestados consideran que **Si** sería una herramienta útil. Las consideraciones que argumentan sus respuestas se muestran a continuación:

- Actualmente no se utiliza ninguno
- Sería útil para una mejor comprensión de los contenidos de la asignatura
- Proporcionaría mayor organización para el trabajo de los estudiantes en la asignatura
- Facilitaría nuevas y actualizadas fuentes bibliográficas para la asignatura y con este el estudio de la misma
- Sintetizaría y agruparía la información de la asignatura
- Posibilitaría la obtención de fórmulas y la solución de ejercicios de la asignatura
- Facilitaría una nueva herramienta para el estudio individual de los estudiantes

2.1.2. Encuesta aplicada a los profesores y egresados no profesores de la carrera de Ingeniería Civil

De 10 profesores y 25 egresados no profesores de la carrera de Ingeniería Civil, que representa el 100% de los encuestados, 2 respondieron haber impartido la asignatura Hidráulica Aplicada en algún momento y 33 respondieron no haberla impartido. Todos respondieron sobre la importancia de la asignatura para graduados de la carrera Ingeniería Civil. Los resultados obtenidos en esta última pregunta se expresan en el gráfico 3:

Gráfico 3: Importancia de la asignatura Hidráulica Aplicada para profesores y egresados no profesores de la carrera Ingeniería Civil

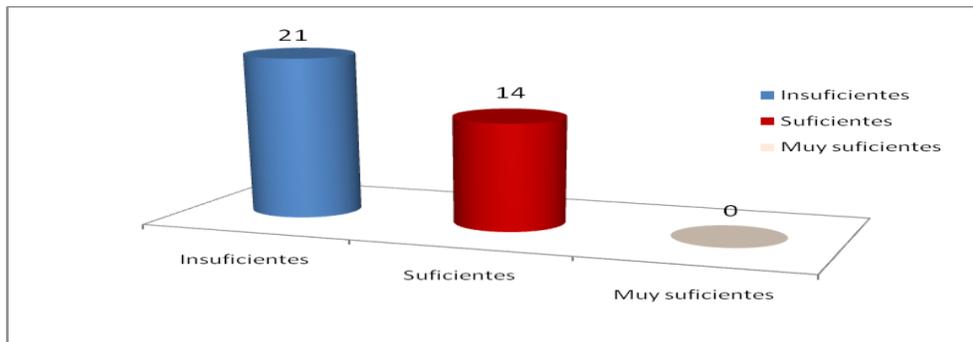


Elaboración propia, 2018

El gráfico anterior muestra que el 57,1% de los profesores y egresados no profesores consideran que la asignatura Hidráulica Aplicada es *Importante* para un graduado de la carrera de Ingeniería Civil. Al mismo tiempo el otro 42,9% la considera *Muy Importante* y ninguno plantea que la asignatura es *Poco Importante*.

En la pregunta 3, los encuestados respondieron sobre el nivel de suficiencia de las herramientas con las que cuenta la Universidad de Matanzas para impartir la asignatura Hidráulica Aplicada. Luego del completamiento de esta interrogante, se obtuvo que el 60% opina que son *Insuficientes* las herramientas con las que se cuentan para la asignatura, mientras que el otro 40% considera que con *Suficientes* las existentes y ninguno respondió *Muy Suficiente*.

Gráfico 4. Nivel de suficiencia de las herramientas utilizadas en clase según profesores y egresados no profesores de la carrera de Ingeniería Civil



Elaboración propia, 2018

Al mismo tiempo se les pidió que argumentaran en cualquiera de los casos. Se presentan a continuación los criterios expresados por los mismos:

Insuficiente

- Herramientas con demasiada teoría en la asignatura Hidráulica Aplicada
- Mucha teoría y poca práctica
- Herramientas poco actualizadas
- Inexistente práctica de laboratorio de la asignatura
- Práctica laboral de esta especialidad pobre

Suficiente

- Soporte teórico e ingenieril muy bueno
- Brinda conocimientos para la elaboración de cualquier sistema hidráulico
- Escasos medios de enseñanza específicos con los que se cuenta para el desarrollo de la asignatura

En la cuarta pregunta, el 100% de los encuestados respondieron que un folleto para la asignatura Hidráulica Aplicada **Si** constituirá una herramienta importante

para el fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje. Asimismo, argumentaron sus consideraciones al respecto:

- Contribuye con la preparación de un Ingeniero Civil competente, si el folleto es actualizado
- Contribuirá con la formación de conocimientos en los estudiantes con el desarrollo de la asignatura
- Sintetizaría la información de la asignatura
- Facilitaría el acceso a los contenidos y ejercicios de la asignatura
- Sería un complemento para la bibliografía de la asignatura de una forma más organizada
- Se incorporaría en un solo documento toda la información dispersa en diferentes fuentes
- Permitirá en el futuro incluir otros temas de interés más novedosos para los ingenieros civiles

Resumen de las Fortalezas y Debilidades

Fortalezas

- Los profesores, que fueron encuestados en el proceso de investigación identificaron las principales insuficiencias que existen en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura de Hidráulica Aplicada de la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad de Matanzas
- Los profesores de la carrera de Ingeniería Civil demostraron disposición de accionar para lograr el fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje con rigor científico de forma cotidiana

- Los profesores que imparten la asignatura Hidráulica Aplicada en la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad de Matanzas cuentan con vasta experiencia pedagógica y alto prestigio
- Se cuenta con varios documentos digitales e impresos para la asignatura
- Se cuenta con un soporte teórico e ingenieril muy bueno para la impartición de la asignatura

Debilidades

- La bibliografía existente en algunos temas es poco actualizada
- Poca bibliografía ajustada a las construcciones de nuestra provincia
- Escasos materiales con términos que se utilizan en la asignatura de Hidráulica Aplicada
- La información que se brinda en la asignatura Hidráulica Aplicada se encuentra dispersa
- La no existencia de un folleto que responda a las exigencias del programa de asignatura

2.1.3. Resultados de la Guía de Revisión del Programa de Estudio de la Asignatura de Hidráulica Aplicada

Revisión de documentos: Este método se utilizó con el propósito de conocer las principales incidencias de la organización objeto de estudio. De los documentos que avalan la creación del centro objeto de estudio así como el objeto social y las funciones del mismo para lograr una caracterización general del mismo. Asimismo se revisó el Programa Analítico de la Asignatura Hidráulica Aplicada del Plan de Estudio "D", 2015-2016. Los datos obtenidos de estos documentos tributaron al diagnóstico del estado actual de la asignatura.

La asignatura Hidráulica Aplicada se modifica a partir del curso 2008 -2009 con la implantación del Plan D de Estudio de la Carrera de ingeniería Civil como Modelo

Pedagógico de Perfil Amplio, el cual tiene como objeto general de trabajo de la profesión lograr un egresado con una formación integral tal, que sea capaz de proyectar obras componentes de los Sistemas de Evacuación, drenaje pluvial (puentes y alcantarillas) y de abastecimientos, y cuya complejidad no exija de la actuación de un Ingeniero Hidráulico. También tendrá en cuenta la necesidad de una formación básica sólida que le permita al futuro egresado enfrentarse y resolver las dificultades que se le puedan presentar en las distintas situaciones de su actuación profesional, a partir de la concepción de la autogestión del conocimiento que incentive el desarrollo de habilidades, relacionadas con la identificación de las situaciones ingenieriles que debe tener en cuenta en su actividad profesional. (Programa Analítico. Asignatura Hidráulica Aplicada. Plan de Estudio “D”, 2015-2016)

Esta asignatura se imparte en el primer semestre del tercer año de la carrera de Ingeniería Civil estando precedida por las asignaturas de Ciencias Básicas y Topografía y a su vez sirve de base a la asignatura Diseño Geométrico de Carreteras, Explanaciones, Proceso Inversionista, Ferrocarriles, Puentes y Alcantarillas , Proyecto Integrador de Quinto Año. (Programa Analítico. Asignatura Hidráulica Aplicada. Plan de Estudio “D”, 2015-2016)

Este plan cuenta con *objetivos educativos e instructivos, sistema de conocimientos y sistema de habilidades básicas* orientados a la formación integral del Ingeniero Civil para enfrentar los desafíos actuales en el eslabón de base en momentos en los que se desarrolla la implementación del Nuevo Modelo Social y Económico de nuestro país.

Objetivos educativos:

1. Expresar en su actividad profesional los valores éticos y estéticos en correspondencia con nuestro proyecto social dirigido hacia el desarrollo sostenible de las construcciones, sobre la base del respeto al entorno natural y al patrimonio construido.

2. Conocer la historia social y técnica de la hidráulica en el ámbito nacional e internacional, haciendo énfasis en el concepto Voluntad Hidráulica que concibió y aplicó el gobierno revolucionario desde su instauración.
3. Consolidar la formación patriótica - militar a través del papel que corresponde al ingeniero civil en la protección y defensa de la patria.
4. Incentivar en el estudiante la capacidad para desarrollar el trabajo y estudio independiente, a partir de la utilización de métodos efectivos que propicien la originalidad e independencia, la creación de hábitos de trabajo en equipo, combinando los intereses individuales y colectivos en la toma de decisiones, cumplimiento de normas, regulaciones y disposiciones vigentes relacionadas con la Disciplina, especialmente aquellas vinculadas a la protección como garantes de la calidad del trabajo.
5. Desarrollar la capacidad de comunicarse de forma oral y escrita, en la lengua materna, con el dominio del lenguaje técnico de la profesión, potenciando las capacidades en la búsqueda y consulta de información científica técnica en idioma español e inglés, desarrollando además , un pensamiento lógicamente estructurado que le facilite la exposición y defensa de sus criterios.
6. Conformer en el estudiante la necesidad de aplicar un enfoque sostenible en las construcciones, propiciando el logro de la excelencia constructiva sustentada en la organización, planificación y eficiencia, reduciendo los periodos constructivos que redundan en menores costos y minimización en el impacto al medio ambiente.

Objetivos instructivos:

1. Aplicar el principio de Bernoulli al movimiento del agua en conductos abiertos y cerrados.
2. Realizar cálculos de pérdidas de carga en tuberías y redes abiertas sencillas sobre la base de las formulas conocidas.
3. Realizar cálculos elementales de dimensiones y capacidad de canales en régimen uniforme.

4. Realizar cálculos elementales de drenajes pluviales en Redes Urbanos a partir de los principios fundamentales del escurrimiento.
5. Definir los principios básicos en que se basa el diseño hidráulico de puentes y alcantarillas.
6. Calcular los requerimientos básicos para el cálculo de la CDT y la selección de un equipo de bombeo.

El mismo cuenta con ocho temas organizados en el siguiente **Sistema de Conocimientos**:

Tema I: “Aspectos Básicos e Introdutorios. Los Fluidos y sus propiedades”.

Tema II: “Las conducciones libres”

Tema III: “Circulación en Canales”.

Tema IV: “Conducciones Forzadas”.

Tema V: “Redes de Abastecimiento de Agua.”

Tema VI: “Bombas”.

Tema VII: “El ciclo Hidrológico”.

Tema VIII: “Elementos Generales del Drenaje Pluvial Urbano”.

Se logró una revisión de los *objetivos generales y contenidos* de cada uno de los ocho temas en el Programa Analítico de forma clara, concreta y precisa.

Se revisó el **Sistema de Habilidades Básicas** a dominar por los estudiantes, las que aparecen en el Programa Analítico de la siguiente forma:

1. Aplicar las ecuaciones de continuidad y Bernoulli a fluidos reales.
2. Calcular las dimensiones de canales de drenaje (incluyendo secciones pequeñas) y tuberías con régimen de circulación libre.
3. Calcular pérdidas de energía y diámetros en tuberías con régimen forzado de circulación.
4. Determinar las características de carga y capacidad que se necesitan para una aplicación específica de una bomba.

5. Calcular gastos hidrológicos máximos que escurren hacia un sistema de drenaje pluvial aplicando la Formula Racional Modificada.
6. Calcular gastos en alcantarillas con entrada sumergida.
7. Identificar los elementos geométricos y estructurales que componen los conjuntos de las obras hidráulicas estudiadas, diseñar o evaluar cualitativamente el estado técnico de los mismos.
8. Identificar o representar mediante planos, catálogos y croquis las características generales de una obra hidráulica haciendo uso de los cortes y vistas que correspondan.
9. Localizar y dimensionar los diferentes tipos de dispositivos de drenaje para evacuar los gastos de agua que llegan a las vías urbanas.
10. Interpretar la documentación correspondiente a una obra hidráulica sencilla.
11. Utilizar los términos y definiciones fundamentales de las obras y sistemas hidráulicos, en correspondencia con las normas vigentes.
12. Aplicar las técnicas de dirección aprendidas para pequeños colectivos, en la realización de clases prácticas, laboratorios y trabajo de curso.
13. Utilizar programas para el diseño de Redes Abiertas y Cerradas en pequeñas aglomeraciones.
14. Determinar el gasto hidrológico y realizar el cálculo hidráulico para conocer la cantidad de agua a evacuar por una obra de ingeniería o que tributa a una zona.
15. Diseñar la Red Principal de drenaje pluvial de una pequeña urbanización.
16. Desarrollar el análisis integral en las soluciones hidráulicas, en atención a los problemas funcionales, constructivos, estéticos, ecológicos y culturales que las motivan en las diferentes fases de actuación del ingeniero civil.

El Programa Analítico de la asignatura cuenta con muy claras **Orientaciones Metodológicas** y **Bibliografía** que abarca desde el año 1965 hasta el 2012.

Indicaciones metodológicas de la asignatura Hidráulica Aplicada

La asignatura tiene un carácter eminentemente práctico, en el sentido de que no precisa de demostraciones de los principios básicos de la Hidráulica, sino que

estos serán aplicados directamente a través de las fórmulas y ecuaciones fundamentales que rigen cada fenómeno que en ella se estudia. Por tal razón los modos fundamentales de enseñanza se garantizaran mediante conferencias, clases prácticas, laboratorio y seminario final procurando que el profesor solucione ejemplos típicos que creen un modo de actuación en los estudiantes que les permita luego modelarlos y resolverlos por sí mismo. (Programa Analítico. Asignatura Hidráulica Aplicada. Plan de Estudio "D", 2015-2016)

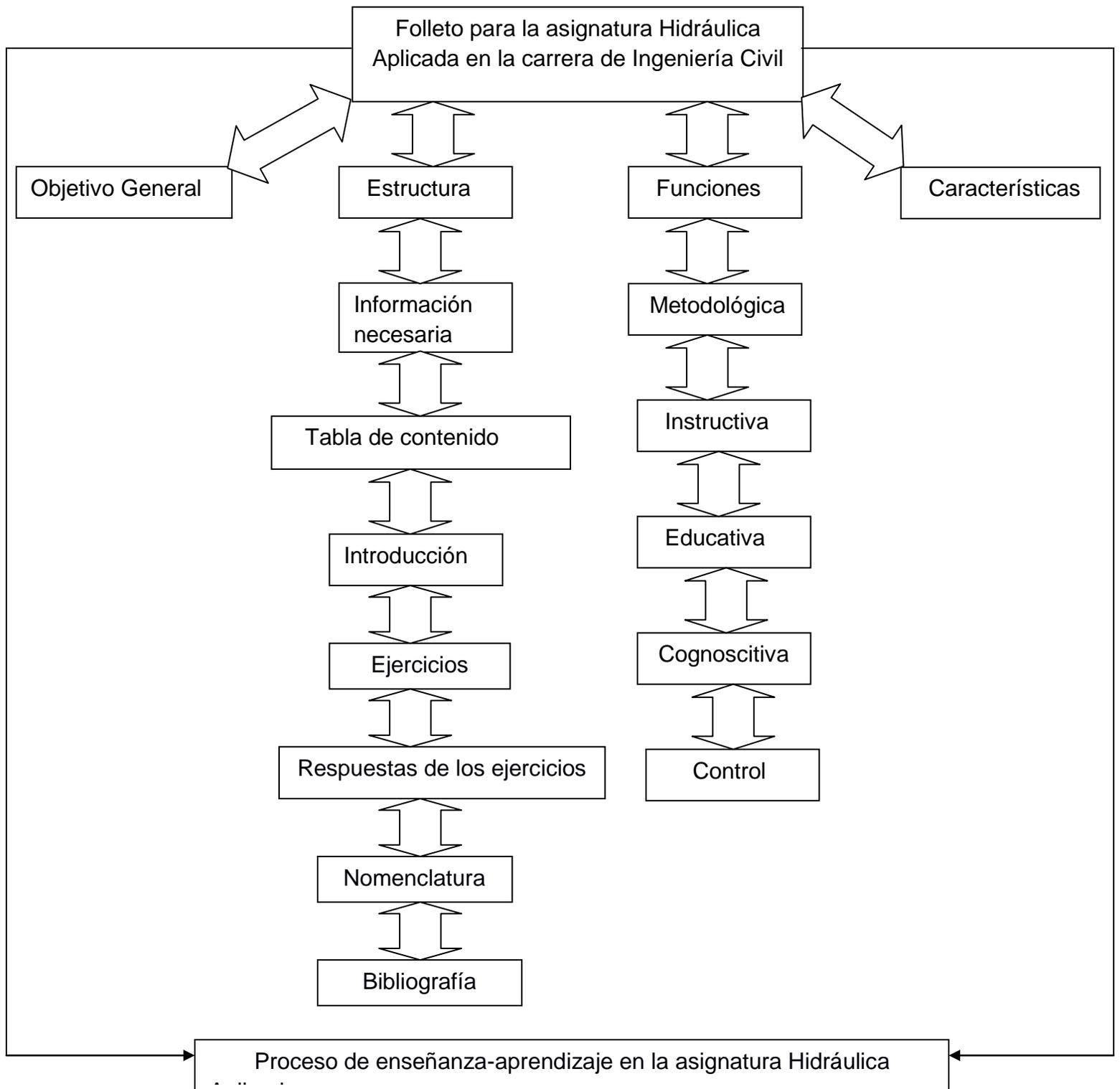
2.2. Diseño y fundamentación del Folleto de la asignatura Hidráulica Aplicada para la carrera de Ingeniería Civil

El folleto que se presenta, se propone como un medio de enseñanza, que constituirá una herramienta para la asignatura Hidráulica Aplicada en el tercer año de la carrera de Ingeniería Civil de la universidad de Matanzas, al ser utilizada durante la impartición de las clases, como material para la orientación del estudio individual de los estudiantes u otra forma que se estime útil.

Desde la perspectiva de los medios del proceso de enseñanza-aprendizaje, las clasificaciones son diversas. La autora de este trabajo de diploma concuerda con la clasificación hecha por el Dr. Vicente González Castro en su libro Teoría y Práctica de los medios de enseñanza y que es también asumido por Gretter Talavera Morales, 2017 cuando se refieren sobre el tema de la siguiente forma:

1. Medios de enseñanza que permiten la transmisión de la información: tiene como función básica transmitir la información de los diferentes contenidos de estudio. Son medios de percepción directa.
2. Medios de enseñanza que ayuden la experimentación escolar: se utiliza en los trabajos experimentales realizado por los alumnos, son los medios presentes en todos los talleres y laboratorios.
3. Medios de enseñanza que sirven para el control del aprendizaje: se utilizan para determinar en qué medida se han asimilado los conocimientos.
4. Medios de enseñanza para la programación de la enseñanza: estos los constituyen las nombradas máquinas de enseñar.
5. Medios de enseñanza que contribuyen a la ejercitación o entrenamiento: lo constituyen los simuladores.

2.2.1. Diseño del folleto



Fuente: Elaboración propia, 2018

2.2.2. Fundamentación del folleto

El folleto tiene como objetivo general: fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura Hidráulica Aplicada. El mismo se diseñó y elaboró luego de un profundo análisis del Programa Analítico de la asignatura. Se tuvieron en consideración los objetivos educativos e instructivos, el sistema de conocimientos de la asignatura por temas, así como los objetivos generales y contenidos de cada uno de los ocho temas del programa, sistema de habilidades básicas a dominar, indicaciones metodológicas y bibliografía. Se caracteriza por presentar un carácter filosófico al tener la intención de ayudar a una mejor comprensión del mundo, contribuyendo a su formación político-ideológica y al mismo tiempo un carácter científico, al estar en correspondencia, con lo más avanzado de la ciencia contemporánea, además de tener un enfoque marxista-leninista. Parte de lo conocido por el estudiante de su profesión. Presenta consolidación y solidez: en cada uno de los capítulos del programa, los estudiantes tienen que consolidar los conocimientos adquiridos. Los contenidos, le sientan las bases para el aprendizaje desarrollador en las actividades para la Práctica Laboral. Este folleto tiene vinculación de la teoría con la práctica, las actividades, desde el punto de vista teórico y práctico, responden con las necesidades del modo de actuación de los estudiantes.

El folleto propuesto, reúne las siguientes **funciones**:

- Metodológica: como una guía apropiada, para orientar adecuadamente el trabajo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Hidráulica Aplicada.
- Instructiva: posibilita a los estudiantes, la adquisición de conocimientos importantes para su aprendizaje.
- Educativa: por el estrecho vínculo, entre profesor y estudiante, conduciendo al desarrollo donde se abren espacios de análisis y búsqueda.

- Cognoscitiva: la aplicación de los conocimientos, en la concreción de la asignatura Hidráulica Aplicada.
- Control: el nivel de conocimiento de las habilidades, y su desarrollo para alcanzar los objetivos propuestos.

La autora de la investigación en el diseño del folleto, a partir de los resultados de la investigación y partiendo de su experiencia personal después de haber recibido la asignatura Hidráulica Aplicada, tuvo en cuenta la necesidad de identificar ejercicios útiles y actualizados para contribuir con el fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura. Al mismo tiempo, incluye las respuestas a estos ejercicios siguiendo los procedimientos necesarios de forma tal que permita una mejor comprensión de los estudiantes en la solución de los mismos. El folleto brinda una larga lista de nomenclatura muy útil para que los estudiantes tengan de forma organizada el significado de cada uno de los términos de las ecuaciones que se utilizan en la asignatura. Cada uno de los ejercicios, así como los resultados de los mismos que se presentan en el folleto fueron seleccionados de literaturas con autorías de prestigiosas personalidades en el área de la Hidráulica y se corresponden con el programa de la asignatura, lo que considera que el folleto:

- Constituye un medio de enseñanza, para el logro de los objetivos de la disciplina, por reflejar las bases de la asignatura Hidráulica Aplicada. El valor de uso del resultado que se analiza se dirige principalmente a los estudiantes.
- Propicia, el trabajo independiente de los estudiantes en el aula o fuera de ella.
- Constituye, un medio para facilitar el fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje.

- Contribuye, a desarrollar en los estudiantes capacidades cognitivo-afectiva y en la activación-regulación; además de propiciar habilidades propias de la asignatura.
- Sienta las bases, para realizar un trabajo dirigido al aprendizaje individual y colectivo en los estudiantes.

Conclusiones Parciales

- Los resultados de los instrumentos aplicados durante el proceso de investigación arrojaron que, según criterios de estudiantes, profesores y egresados no profesores de la carrera de Ingeniería Civil, un folleto sería útil para contribuir con el fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Hidráulica Aplicada.
- El folleto diseñado se ajusta al sistema de conocimientos del programa de la asignatura, partiendo de un objetivo general, con una estructura lógica en los diferentes contenidos.

Conclusiones

- Los fundamentos teórico-metodológicos, se sustentan en el enfoque filosófico marxista-leninista con un sustento psicopedagógico histórico-cultural, así como en la concepción desarrolladora del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Hidráulica Aplicada, lo cual le proporciona consistencia teórica y dirección metodológica en el contexto de la formación universitaria.
- La asignatura Hidráulica Aplicada de la carrera de Ingeniería Civil actualmente cuenta con herramientas para el proceso de enseñanza-aprendizaje en soportes digital e impreso para la impartición de la misma. Sin embargo, carece de un folleto como medio de enseñanza que permita la actualización y organización de sus contenidos.
- El folleto diseñado se ajusta al sistema de conocimientos del programa de la asignatura Hidráulica Aplicada, partiendo de un objetivo general, con una estructura lógica en los diferentes contenidos, lo cual es un paso de avance significativo en la creación de la base material de estudio; que permite la introducción del aprendizaje creativo y contribuye al desarrollo de hábitos y habilidades para así lograr un profesional capaz de resolver problemas en el eslabón de base.

Recomendaciones

1. Se les recomienda a estudiantes y profesores de la carrera de Ingeniería Civil hacer uso del folleto durante las clases que se imparten en la asignatura Hidráulica Aplicada y actividades extraclases como material bibliográfico.
2. Se le sugiere al jefe de la carrera poner el folleto a disposición de estudiantes y profesores en las bibliotecas, sitios webs, repositorios y otros medios existentes en la Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad de Matanzas.
3. Se le recomienda socializar la investigación en talleres y eventos nacionales e internacionales.

Bibliografía

- Barrera, F. (2014). Didáctica de la Educación Técnica profesional. Matanzas: Documento en soporte digital.
- Beltrán, Félix. (1992). "La supervivencia del cartel". Revista Tipo Gráfica N° 21
- Bolinaga, Juan J. y Colaboradores. (1999). Proyectos de Ingeniería Hidráulica. Fundación Polar, Caracas, Venezuela 1999.
- Castellanos, D., & Castellanos, B. Llivina, M. Silverio, G. (2001). Hacia una concepción del aprendizaje desarrollador. La Habana.
- Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas - CEDEX (2004): Guía técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano. Madrid: Ministerio de Fomento de España.
- Chávez, Norberto (1989). "Pequeña teoría del cartel". Revista TipoGráfica N° 7, 8 y 9
- Chow, V.T., Maidment, D.R. y Mays, L.W. (1994): Hidrología Aplicada Bogotá: Ed. McGraw Hill.
- Domínguez, T. (2015). El proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales con un enfoque ambiental y para la salud. IX Taller Internacional La Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible. Materiales curriculares y proyectos de aprendizaje al servicio de la educación para la salud. EDUCAMBIE 2015.
- Domínguez, T. (2016). La Educación de intereses profesionales Pedagógicos en el proceso de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Naturales en el Preuniversitario. Matanzas: Tesis presentada en opción al grado científico de Doctora en Ciencias Pedagógicas.
- Evolución Histórica de la Ingeniería Civil (2012). Disponible en www.IngenieríaCivil.com
- Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría (2013). Reseña histórica de los estudios de Ingeniería Civil en Cuba. La Habana. Cuba.
- González. L., N. Marrero, J. Martínez. (2007). Temas de Hidrología Superficial para Ingenieros. Editorial Félix Varela. La Habana. Cuba.
- González, Hilda., Alfonso Suárez, Abel Dorta. (2007). La Hidráulica para Ingenieros Civiles. La Habana. Cuba.
- Graterol, L. (2013). Estrategia didáctica para contribuir desde el proceso de enseñanza-aprendizaje del taller electivo desarrollo endógeno a la vinculación universidad-comunidad en el programa nacional de formación de educadores. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.

- Guevara P, Edilberto., Humberto Cartaya (2004). Hidrología Ambiental, Primera Edición. Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, Venezuela. Mayo, 2004.
- “History and Heritage of Civil Engineering”. ASCE. (2007). Archivado desde el original el 16 de febrero de 2007. Consultado el 8 de agosto de 2007.
- “Institution of Civil Engineers What is Civil Engineering”. ICE. (2007). Archivado desde el original el 10 de abril de 2008. Consultado el 22 de septiembre de 2007.
- Kite, G. W. (1988): Frequency and risk analyses in hydrology (4ª ed.). Colorado: Water Resources Publications.
- Labarrere, G. (1988). Pedagogía. La Habana: Pueblo y Educación.
- León, A., A. Estupiñán. (2000). Hidráulica de Canales. Editorial Félix Varela. La Habana. Cuba.
- Linsley, R.K., Kholer, M.A. y Paulus, J.L.H. (1990): Hidrología para Ingenieros (2ªed.). México: Mc Graw Hill.
- Lorenzo, R. Prado, N (2016). Inteligencia, creatividad y talento. Universidad para todos, Tabloide 4, 1-16.
- L. Streeter, Victor; Benjamin Wylie; Keith W. Bedford. (2000). Mecánica de Fluidos. Novena Edición. Santafé de Bogotá Colombia.
- Marroquín Chinchilla, María de Lourdes. (1995). Diseño y elaboración de folleto informativo y sonorama para el biotipo universitario “Chocó-Machacas”. Livingston-Izabal. Universidad de San Carlos. Guatemala.
- Mesa, W. (2016) Educación de la creatividad en el proceso pedagógico. Material básico del curso Desarrollo de la creatividad en el proceso docente. Universidad de Matanzas. Documento en soporte digital.
- Mieres Lima, A. (2017). El desarrollo de la creatividad técnica de los estudiantes en primer año de la licenciatura en educación. Construcción desde la enseñanza-aprendizaje de Diseño y Dibujo Arquitectónico. Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en Educación. Universidad de Matanzas.
- Mitjans, A. (1997). Cómo desarrolla la creatividad en la escuela. La Habana: Academia.
- González Castellanos, Roberto A. et.al., (2003). Metodología de la Investigación Científica para Ciencias Técnicas. Universidad de Matanzas. Matanzas. Cuba.
- Partido Comunista de Cuba, PCC (2016): Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución. Resolución VII Congreso del PCC, disponible en www.cubadebate.cu

- Partido Comunista de Cuba (2012): "Objetivos del trabajo del PCC aprobados por la Primera Conferencia nacional", Resolución del VI Congreso del PCC, disponible en www.cubadebate.cu
- Partido Comunista de Cuba (2016). Conceptualización del Modelo Económica y Social de la Revolución Socialista. Resolución del VI Congreso del PCC, disponible en www.cubadebate.cu
- Quishpe Ortiz Wilmer O. et.al., (2013). Diseño y Construcción de un Banco de Pruebas de Control Electrohidráulico del laboratorio oleo neumático de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el periodo de 2012-2013. Tesis presentada previa a la obtención del Título en Ingeniero en Electromecánica. Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador.
- W. Dayli, James, Donald R.F. Harleman (1975). Dinámica de los Fluidos con aplicaciones en Ingeniería. Editorial Trillas. México
- "What is Civil Engineering?". (2007). The Canadian Society for Civil Engineering. Archivado desde el original el 12 de agosto de 2007. Consultado el 8 de agosto de 2007.
- Rendón Manuel. "Historia de la Escuela de Ingeniería" (2015). Archivado desde el original el 29 de noviembre de 2015.
- Rojas, J.A. (1982). Acueductos. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba.
- Segura, J.M. y Reyes, M. (1992): Hidrología. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Silva, L. (1982): Diseño de acueductos y alcantarillados. Bogotá: Ed. Universidad Javeriana.
- Smith R., y Vélez M.V (1997): Hidrología de Antioquia. Medellín: Secretaría de Obras Públicas del departamento de Antioquia. Informe Técnico. Posgrado de Aprovechamiento de Recursos Hídricos. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.
- Sorooshian, S., Hsu, K., Coppola, E., Tomasseř, B., Verdecchia, M. y Visconti, G. (eds.) (2008): Hydrological Modeling and the Water Cycle: Coupling the Atmospheric and Hydrological Models. Germany: Springer.
- Soto, Luis. (1985). Temas de Ingeniería Hidráulica. La Habana. Cuba.
- Suárez, J. (2001): Control de erosión en zonas tropicales. Bucaramanga: Instituto de investigaciones sobre erosión y deslizamientos e Ingeniería de Suelos Ltda.
- Talavera, Morales, Gretter. (2017). Fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura Gestión en el Proceso Inversionista en el tercer año de la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad de Matanzas. Universidad de Matanzas. Matanzas. Cuba.
- Témez, J.R. (2003): "Facetas del cálculo hidrometeoro lógico y estadístico de máximos caudales". En: Revista de Obras Públicas.

- Vélez, J. J. y Botero, A. (2011): "Estimación del tiempo de concentración y tiempo de rezago en la cuenca experimental urbana de la quebrada San Luis, Manizales"
- Vélez Upegui, Jorge Julián. et.al., (2013). Diseño Hidráulico e Hidrológico de Obras de Ingeniería para Proyectos Viales. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad Nacional de Colombia. Manizales.
- Viessman W. y Lewis L. (2003): Introduction to hydrology (5a Ed.). Londres: Pearson Education. Inc.
- Villanueva Hoyos, Sergio A. (2009). Desarrollo de un modelo hidráulico a escala reducida de un Vertedero a Vórtice para el equipamiento del Laboratorio de Hidráulica en la Universidad San Francisco de Quito. Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Ingeniero Civil. Universidad San Francisco de Quito. Colegio Politécnico. Ecuador.
- Villarino Otero, Alberto (2010). Breve Resumen de la Ingeniería Civil. Escuela Politécnica Superior de Ávila.

Anexos

Anexo 1. Encuesta dirigida a graduados de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad de Matanzas o profesores en la misma

Estimado egresado no profesor de la carrera de Ingeniería Civil o profesor de la misma en la Universidad de Matanzas:

Las respuestas a las siguientes preguntas son de una alta utilidad para la autora del trabajo de diploma "Folleto para el fortalecimiento de la asignatura Hidráulica Aplicada de la carrera Ingeniería Civil", quien es estudiante de quinto año de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad de Matanzas. Agradezco su tiempo y amabilidad al responderlas.

Datos Generales:

Asignatura que imparte: _____ Nombre _____ Ninguna

Responsabilidad en la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad de Matanzas:
_____ Si _____ No ¿Cuál? _____

Cuestionario

1. ¿Ha usted impartido la asignatura Hidráulica Aplicada en la carrera de Ingeniería Civil? Si _____ No _____
2. En caso de haberla impartido o de ser graduado/a en Ingeniería Civil, identifique la importancia de la asignatura para un graduado/a de Ingeniería Civil.
_____ Poco importante _____ Importante _____ Muy Importante
3. En caso de haber impartido o recibido la asignatura en algún momento, ¿Considera usted suficiente las herramientas con las que se cuenta para impartirla? Argumente en cualquiera de los casos.
_____ Insuficiente _____ Suficiente _____ Muy Suficiente

4. ¿Considera usted, como Ingeniero/a Civil, que un folleto como medio de enseñanza constituirá una herramienta útil para el fortalecimiento de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Hidráulica Aplicada?
_____ Si _____ No ¿Por qué?

Anexo 2. Encuesta dirigida a estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad de Matanzas

Estimado/a estudiante:

Las respuestas a las siguientes preguntas son de una alta utilidad para la autora del trabajo de diploma "Folleto para el fortalecimiento de la asignatura Hidráulica Aplicada de la carrera Ingeniería Civil", quien es estudiante de quinto año de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad de Matanzas. Agradezco su tiempo y amabilidad al responderlas.

Datos Generales:

Año de la carrera: _____

Cuestionario

1. ¿Ha usted recibido la asignatura Hidráulica Aplicada en la carrera de Ingeniería Civil? Si _____ No _____
2. En caso de haberla recibido, identifique la importancia de la asignatura para un estudiante de Ingeniería Civil.
_____ Poco importante _____ Importante _____ Muy Importante
3. ¿Considera usted suficiente las herramientas que le brinda su profesor durante la impartición de la asignatura? Argumente en cualquiera de los casos.
_____ Insuficiente _____ Suficiente _____ Muy Suficiente

4. ¿Considera usted, como estudiante de la carrera, que un folleto como medio de enseñanza constituirá una herramienta útil para el fortalecimiento de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Hidráulica Aplicada?
_____ Si _____ No ¿Por qué?

Anexo 3. Guía para la Revisión de Documentos

Trabajo de diploma “Folleto para el fortalecimiento de la asignatura Hidráulica Aplicada de la carrera Ingeniería Civil”

Autora: Niurys Martínez Alfonso

Programa Analítico de la asignatura Hidráulica Aplicada

Plan de estudio: D, Curso Diurno

Aspectos a revisar

1. Objetivos Instructivos de la asignatura Hidráulica Aplicada.
2. Sistema de conocimientos por temas, objetivo general y contenidos de cada tema.
3. Sistema de habilidades básicas a dominar.
4. Indicaciones Metodológicas.
5. Bibliografía.

Anexo 4. Folleto de la asignatura de Hidráulica Aplicada para la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad de Matanzas