

Laboratorio de fenómenos generales - un ambiente pedagógico de aprendizaje en ingeniería.

J. Diaz

Universidad del Quindío, Armenia. Colombia

RESUMEN: El laboratorio de fenómenos generales es una propuesta de tipo pedagógico aplicable a los programas de pregrado de ingeniería civil. Su propósito es orientar al estudiante para que adquiera una serie de habilidades y destrezas manuales y mentales en su aprendizaje, que se refleje en su capacidad para la investigación. Para lograr este propósito se plantea un método de aprendizaje basado en la observación de algunos fenómenos generales que ayudan a la comprensión de los fenómenos particulares presentes en la ingeniería civil.

ABSTRACT: The laboratory of general phenomenons is a proposal of applicable pedagogic type to the prograssses pregrado of civil engineering. Its purpose is to guide the student so that he acquires a series of abilities and manual and mental dexterities in his learning that is reflected in his capacity for the investigation. To achieve its purpose he thinks about a methodo based on the observation of some general phenomenons that him help to the understanding of the present particular phenomenons in the civil engineering.

1 INTRODUCCION

El valor del conocimiento como factor de desarrollo de una nación y su capacidad para transformarlo, hace que sea necesario profundizar sobre la relación que existe entre la investigación y la formación universitaria como un aspecto relevante en el proceso de formación en la ingeniería civil.

Un problema común en los estudiantes universitarios a nivel de pregrado (y en ocasiones a nivel de postgrado) tiene que ver con la percepción parcial y muchas veces errada del papel de la ciencia en el progreso de un país. Dicha visión se debe generalmente al condicionamiento prácticista en la formación del estudiante impuesto por parte de la sociedad. Igualmente existe un enfoque sobre la ciencia como un área que solo les concierne a unos cuantos convirtiéndola en un agente extraño. Tal visión y comprensión sobre la ciencia es un grave obstáculo para la investigación científica.

Como alternativa para modificar esta percepción, se plantea un ambiente pedagógico en donde cada estudiante desde su inicio en la universidad construya su espacio de trabajo y conocimiento propio.

En este escenario no se pretende enseñar, sino promover ambientes de aprendizaje en donde el estudiante pueda tener autonomía y ser consciente de lo que aprende. Ampliar su capacidad de crear soluciones con la formación de una actitud crítica y constructiva frente a la realidad. Para ello es necesario conectar lo teórico con lo práctico en un trabajo experimental (a través de actividades exploratorias) en un espacio apropiado, con la intención de comprender lo que sabe. Lo ideal no es continuar con procesos memorísticos y repetitivos sin sentido, que ahoguen la creatividad e iniciativa personal.

2 GENERALIDADES

El aprendizaje verbal es probablemente la forma más común de enseñanza (clase magistral, conferencias, exposiciones, etc.), otra forma de aprendizaje es la exploratoria en el cual se usa determinados materiales para la práctica de actividades con manifestaciones físicas (fenómenos).

Entre más sentidos intervengan en el aprendizaje, éste será de mejor calidad. Oír, ver, palpar, gustar constituyen la razón para escoger un aprendizaje que permite la construcción de conocimiento frente al aprendizaje únicamente verbal. La enseñanza tradicional se centra sólo en suministrar información al estudiante y pedirle que responda por ella, sin involucrarlo en procesos de análisis, síntesis, toma de posición y valoración de la información que lo conduzcan a la construcción de conocimiento.

La intención es enfrentar lo teóricamente ideal con la realidad a través de la manipulación de diferentes materiales didácticos que lo conduzca a la pregunta ¿Cómo es la realidad?, y su respuesta como la crítica objetiva de la relación teoría-práctica.

El laboratorio de fenómenos generales busca integrar los conocimientos sobre las ciencias básicas adquiridos en el bachillerato y en las asignaturas básicas del programa de ingeniería, con los obtenidos en el laboratorio, ampliándolos mediante consulta bibliográfica. En este caso, los estudiantes son los que averiguan como funcionan la teoría en la realidad a través de un ejercicio de simulación (modelo) asumido libremente, seleccionando los recursos, los medios y el problema que va estudiar. Lo anterior permite al estudiante aprender por si mismo con una alta dosis de estímulo y una mayor flexibilidad.

El observar un fenómeno a través de un ejercicio simulado le permite al estudiante integrar sus sentidos físicos y sensoriales, sus emociones, curiosidad, creatividad, ignorancia y conocimientos en un proceso de aprendizaje personal que va desde la construcción del modelo hasta la construcción del conocimiento mismo.

Por lo tanto, el propósito del laboratorio es crear un ambiente y los medios necesarios en la formación del estudiante que le permitan un acercamiento dirigido y progresivo hacia la investigación y la solución de problemas a lo largo de su etapa formativa. Proporcionando un cambio de actitud frente a la ciencia y la tecnología, una costumbre en la búsqueda y valoración de información, y finalmente en el desarrollo de una cultura de investigación. Lo importante es el desarrollo de procesos mentales, que le permitan entender y reflexionar sobre la información que obtiene, aprendiendo a seleccionarla libremente y no de manera impuesta por el docente. Es cambiar la actitud pasiva del estudiante frente al profesor, por una actitud donde estudiante-profesor se integran en el proceso de aprendizaje.

A través del ejercicio de observar y de conceptualizar, el alumno puede agrupar, clasificar, y comparar elementos, términos e ideas que le den la oportunidad de conocer su nivel de comprensión sobre un

fenómeno en particular o una realidad determinada. Se pretende que al final del proceso de aprendizaje en el laboratorio, el estudiante presente los conocimientos adquiridos con claridad y con sus propias palabras, demostrando que ha aprehendido dicho conocimiento y tomar posición en pro o en contra de ese saber, defendiendo esa posición críticamente superando así la fase de la simple información.

3 FENOMENOS GENERALES

Se denominan como aquellos comportamientos de carácter universal que han sido explicados por la ciencia y definidos por unos principios que son considerados como validos y fundamentales.

El hecho de incluir como fenómeno general los principios que están presentes en todos los procesos que tiene que ver con la ingeniería, no riñe con la concepción dada al laboratorio, por el contrario, el hecho mismo de ignorar un principio o no comprenderlo lo convierte en un fenómeno para el estudiante.

Fenómenos generales como las fuerzas de atracción y/o repulsión en la materia, elasticidad, movimiento, tensión superficial; y conceptos como densidad, esfuerzo, deformación, energía, se podrán representar mediante modelos físicos sencillos, empleando lenguajes especializados como el matemático, gráfico, simbólico, etc.

4 FENOMENOS PARTICULARES DE LA INGENIERIA

Los fenómenos generales están presentes en todas las actividades que ejecuta el hombre en su vida cotidiana, de ahí que sea razonable pensar que la ingeniería utiliza en gran parte los principios y conceptos derivados del estudio de estos fenómenos en el diseño y realización de sus obras, en las cuales se observa también algunos fenómenos de interés particular para la ingeniería misma, que deben ser estudiados a fin de comprender el comportamiento de los materiales con que se construyen y la superficie terrestre sobre la cual se edifican, así como los efectos que sobre las estructuras producen los fenómenos terrestres. Estos fenómenos son estudiados en las diferentes asignaturas y laboratorios de carácter particular en el currículo de cada programa de ingeniería.

Algunos de los fenómenos particulares que pueden ser estudiados bajo este esquema son: la plasticidad, la permeabilidad, la filtración, la expansión y la consolidación.

5 CARACTERÍSTICAS DEL METODO

El laboratorio constituye un medio a través del cual el estudiante podrá adiestrarse verbal, gráfica y matemáticamente en la descripción de un fenómeno o situación, ya que tendrá que modelar, transformar, describir, discutir e investigar (por decirlo así) acerca de todo lo que él pueda percibir mediante la observación de un fenómeno a través de un modelo, y que de alguna manera lo pone en contacto con la realidad.

Se busca que el estudiante aprenda y experimente con todos los sentidos en una atmósfera amigable. Podrá desarrollar nuevas ideas y experimentar por su propia cuenta, deshacer patrones de pensamientos y bloqueos mentales. En este laboratorio no se trata de comprobar teorías, simplemente es un medio para que el estudiante aprenda a observar, conceptualizar, definir y representar el fenómeno mediante lenguajes comunes o especializados.

5.1 Consideraciones Generales

Las ciencias fácticas trabajan sobre la base de la observación como factor clave para llegar a comprobaciones y resultados concretos en una experimentación, mientras que las ciencias formales realizan un trabajo donde el análisis lógico es la manera de llegar a resultados validos en una investigación.

La ingeniería tomada como una ciencia aplicada que busca en la ciencia básica nuevas aplicaciones del conocimiento se apoya en la observación, la lógica y la heurística para desarrollar tecnologías con las cuales pueda resolver (a través del diseño) los problemas que le competen.

Con base en estas consideraciones se diseñó el laboratorio de fenómenos generales como alternativa de aprendizaje de un método de estudio que incluye el método de observación, el desarrollo del pensamiento complejo, la capacidad en la búsqueda de soluciones y la construcción de conocimiento.

5.2 Modelo

Se denomina modelo (en éste contexto) el orden o disposición de la información en la mente para la comprensión de una realidad.

En la práctica, un modelo es cualquier concepto, idea, pensamiento o imagen que puede repetirse en su forma original, por lo tanto, un modelo es también un conjunto o secuencia de varios modelos que pueden establecer el enfoque de un problema, un punto de vista, un criterio. Del mismo modo, se puede definir como modelo, la reconstrucción simplifi-

cada de los elementos que conforman un fenómeno, objeto o situación a estudiar y de sus interrelaciones, expresada en forma gráfica o matemática.

En este caso, se entiende como modelo las formas que el estudiante diseña para representar unas situaciones imaginadas, sometido a diversas circunstancias con el fin de observar su comportamiento. El modelo deberá ser construido por el estudiante con base en la información que posee, resultado de su estudio (un acto creativo); con una estructura tal que pueda ser construido fácilmente en el laboratorio.

5.3 Método de estudio

Esta basado en un modelo cíclico de acción que se inicia con la observación del fenómeno, seguida de la conceptualización, definición y representación de lo observado, finalizando con la comprobación a través de una nueva observación.

A su vez la observación esta compuesto por tres fases: ver-oír-sentir. La acción de ver se descompone en ver-mirar-observar. La acción de oír se descompone en oír, escuchar y comprender. El sentir constituye el hecho de utilizar el olfato, el gusto y el tacto.

Conjuntamente se pretende que con este método de estudio el estudiante desarrolle habilidades de percepción, raciocinio, memoria, juicio, deducción, asociación de ideas, creatividad, experimentación, análisis y conclusión.

5.4 Método de reflexión

Como método de reflexión se ha planteado un método psicológico que consiste en una serie de etapas muy definidas como son: la necesidad o dificultad percibida, atención despierta y dirigida, delimitación de la dificultad, información disponible examinada, búsqueda y evaluación de nueva información, identificación y elaboración del problema, surgimiento de posibles soluciones, soluciones formuladas y revisadas críticamente, verificación (prueba y elaboración de la solución).

La información puede ser lograda visualmente (perceptible), simbólicamente (signos) o semánticamente (significativa). Es indudable que el receptor recoge de forma fisiológica las señales del ambiente, pero la percepción como tal se establece sólo cuando estas señales pueden ser interpretadas y clasificadas por la conciencia y la memoria. Durante el proceso de observación se recogerá datos encaminados en ir, poco a poco, conformando aquella información que origine alguna duda o motivo de error.

5.5 Método de observación

En ciertas ocasiones el estudiante sabe lo que quiere, sin embargo no sabe como conseguirlo y la mayoría de las veces se debe a la falta de un método o estrategia. En este caso se estableció un método con el cual el estudiante pueda lograr empezar y terminar un proceso de experimentación.

El método esta compuesto por actividades directas en el laboratorio, donde el estudiante realizará la construcción, observación, análisis, representación y definición del fenómeno. Que ligado a una consulta bibliográfica permitirán la conceptualización y formalización del fenómeno.

En un modelo experimental se emplea el método inductivo para alcanzar la explicación de un fenómeno o demostración de una hipótesis, en las matemáticas se emplea el método deductivo para formalizar los comportamientos observados.

En este caso, se busca que el estudiante utilice al mismo tiempo estos métodos no de manera rigurosa, sino más bien de una manera desprevenida en la observación y definición del fenómeno. El objetivo es buscar que el estudiante adquiera el habito de trabajar con estos dos métodos, así no los conozca en profundidad.

5.5.1 Comprensión del laboratorio

Con el laboratorio se intenta trabajar en la formación del espíritu científico del alumno y en su crecimiento personal. Esto seria factible solo si el aprendizaje se asume desde el comienzo como un proceso investigativo (por decirlo así) a través del desarrollo simultaneo de la práctica y la comunicación. Con una buena comprensión sobre lo que significa un fenómeno y como reproducirlo, el estudiante podrá tener un conocimiento claro acerca de lo que significa y constituye el laboratorio.

5.5.2 Selección del fenómeno a observar

La selección debe hacerla basado en varios aspectos como son: el fenómeno de mayor interés, haber sido entendido y comprendido, tener un conocimiento previo del mismo, conocer el grado de complejidad del fenómeno y la posibilidad de hacer el modelo con elementos disponibles en el laboratorio.

5.5.3 Estudio del concepto del fenómeno

Todo fenómeno debe explicarse en términos de causa-efecto. Cuando se quiere conocer o explicar cualquier acontecimiento se tiene como referencia a la naturaleza, en ella todo se mueve según unas leyes ya establecidas y tomadas como validas, que una vez

conocidas nos permite apropiarnos de cierta manera de los fenómenos.

Antes de iniciar el trabajo en el laboratorio, el estudiante deberá realizar previamente un estudio sobre el fenómeno a observar. Estudiar el fenómeno significa retomar toda la información posible sobre el tema, a tal punto que llegue a establecer conceptos básicos sobre los elementos envueltos en el fenómeno.

El objetivo de esta fase es que el estudiante organice el fenómeno no solo en términos lingüísticos o matemáticos sino también de manera gráfica, que le permita detectar los elementos que componen el fenómeno para crear representaciones que lo simulen teóricamente, a partir de los cuales se diseña el modelo que facilite la visualización del su comportamiento.

5.5.4 Construcción del modelo

La construcción del modelo se inicia con la elaboración de los conceptos básicos sobre el fenómeno a estudiar, como es que intervienen y de que manera se puede representar o materializar, para organizar la situación que se desea estudiar.

La intención con la construcción del modelo es la de obligar al estudiante a pensar y formular estructuras que le permita estudiar el comportamiento del fenómeno escogido, y deducir de ello explicaciones y representaciones que le ayuden a formular teorías acerca de ese fenómeno.

5.5.5 Observación del fenómeno

El estudiante deberá empezar por observar cada uno de los objetos que conforman la estructura del modelo, determinando sus características (forma, dimensiones) y propiedades físicas (permeabilidad, resistencia), con el propósito de comprender la naturaleza de cada uno de ellos, ya que el conjunto tendrán influencia en el comportamiento de todo el sistema. Esto permite conocer en primera instancia, más a cerca de la estructura creada, del trabajo que va ha realizar y de las condiciones que ha establecido para simular.

Observar el fenómeno quiere decir poder percibir todo lo que ocurre en el entorno de la estructura del modelo construido para simular una situación, y registrar de la manera más fiel y precisa todas aquellas cosas que demuestren signos visibles.

El mayor o menor grado de observación dependerá de la capacidad que posea el estudiante de observar, a su vez la comprensión del fenómeno estará en función de este factor y en esa relación directa estará la claridad de la definición y representación.

Por esta razón y considerando que el laboratorio no es demostrativo, no se estableció ninguna guía de observación, mas bien se plantea la posibilidad de que el orientador de alguna pautas al estudiante en este ejercicio, pues es una condición del laboratorio es obligarlo a ser creativo.

5.5.6 *Reflexión sobre el fenómeno*

El estudiante con base a la información obtenida durante el proceso de observación y comprensión del fenómeno, deberá realizar una reflexión y estudio destacando las necesidades de conocimiento sobre el fenómeno y las dificultades percibidas en la comprensión y explicación del mismo. Para ello el estudiante deberá hacerse una serie de preguntas que lo lleven a entender su nivel de comprensión, preguntas como: ¿qué tanto es lo que ha comprendido?, ¿qué dificultades tiene respecto a la explicación?

5.5.7 *Conceptualización, definición y representación del fenómeno*

Es importante que el estudiante no se de por satisfecho con la primera formulación del fenómeno. Podrá experimentar con las ideas que él crea, por absurdas que parezcan, estas pueden llevarlo a otras ideas o tal vez a una ampliación y mayor entendimiento de cierto concepto. Lo importante no es pensar si las ideas son erróneas o no, sino a donde nos lleva. Finalmente deberá explicar la relación entre la comprensión del fenómeno y el número de ideas que ha hallado.

Adicionalmente realizará una lista de preguntas, que ayudan a la formulación del problema o fenómeno, la averiguación de otros hechos relacionados con el tema y su posible aplicación en la ingeniería. A menudo el problema de conceptualizar un fenómeno no reside solamente en el orden en que se considera sus partes, sino en el número de partes que se consideran y su interacción.

5.5.8 *Búsqueda de la información sobre la aplicación del fenómeno*

Una fase importante es la búsqueda de información sobre nuevas teorías o aplicaciones en ingeniería u otras disciplinas del fenómeno estudiado. Para una buena consulta bibliográfica el estudiante debe contar con una serie de conceptos claros que lo guíen en la búsqueda de la información, que le permita en un tiempo dado cubrir una amplia gama de documentos, además poseer una buena capacidad de comprensión y análisis para el estudio de la información. La búsqueda de información se plantea como una necesidad, no solo de ampliar los conceptos sobre el fenómeno estudiado sino como un ejercicio de

preparación hacia el logro de un hábito de consulta, que lo beneficie en el estudio de las asignaturas y lo prepare para el trabajo de su proyecto de grado.

5.5.9 *Informe escrito sobre los resultados de la observación*

Como resultado del trabajo realizado en el laboratorio, el estudiante preparará un documento escrito (a manera de ensayo) para ser presentado al docente orientador y preparar una exposición (tipo conferencia) para ser dictada al grupo, estas dos formas de sustentación permitirá evaluarlo cuantitativa y cualitativamente.

Tanto en la preparación de sus escritos, como en la exposición, el estudiante deberá partir de la información que tiene y que puede verificar de acuerdo a lo observado y experimentado. Tal vez, el mayor problema que puede tener el estudiante es la agrupación de las diferentes ideas que obtendrá con los conocimientos propios. Se pretende con esto que el estudiante desarrolle dos aspectos importantes: la capacidad de expresión (oral y escrita) de sus experiencias personales, y lograr tener seguridad y confianza ante las críticas.

5.5.10 *Sustentación del informe y evaluación*

La evaluación debe ser ante todo de carácter cualitativo, debe ser el resultado de la confrontación del aprendizaje con su propio progreso, cómo va mejorando su visión y conceptualización de las cosas. Mientras más activamente participe en este proceso más avance presentará, para ello el estudiante deberá discutir permanente sus progresos en la observación del fenómeno con el docente orientador con el fin de ir corrigiendo tanto su trabajo escrito como la exposición del mismo.

Se espera que en la etapa final de la carrera de pregrado, se convierta en un dialogo permanente entre los estudiantes y docentes, con relación al planteamiento de problemas en ingeniería (en diseños, procesos y control), el uso de técnicas modernas de análisis (modelación matemática, física, numérica, etc.), y su exposición.

5.6 *Organización del laboratorio*

Dada las características y funciones del laboratorio, es indispensable contar con una adecuada organización desde el punto de vista físico, administrativo, académico y didáctico. Dicha organización además de estar conformado integralmente por estos cuatro aspectos, es necesario establecer una serie de normas de funcionamiento y comportamiento dentro de laboratorio.

5.6.1 Aspecto físico

Se debe contar con un espacio racional para cinco áreas específicas. La primera es asignada al orientador y al docente asesor quienes son los encargados de orientar y vigilar el trabajo de los estudiantes. La segunda ocupa la información sobre el laboratorio, su filosofía, objetivos, condiciones y normas de funcionamiento. La tercera pertenece al área de almacenamiento de los materiales y elementos utilizados en la construcción de los modelos. La cuarta se relaciona con el sitio de observación y comprensión del fenómeno conformadas por mesas rígidas, instalaciones eléctricas e hidráulicas. Por último un área destinada a la reflexión, estudio y análisis para la elaboración, entrega y exposición del informe.

5.6.2 Aspecto administrativo

Constituye el enlace entre el laboratorio y los demás espacios académicos del programa de ingeniería civil (clases, seminarios, centros de estudios e investigaciones y demás laboratorios). Como todo espacio universitario dedicado a la docencia este debe ser administrado de tal forma que pueda permanecer en óptimas condiciones. Por las características misma del laboratorio este puede ser dirigido y orientado por un auxiliar de docencia seleccionado de semestres superiores (octavo semestre), quien se encargará del mantenimiento y la orientación de las prácticas, asesorado por un docente que supervisa y da el visto bueno al trabajo del estudiante.

La idea del estudiante de octavo semestre, está sustentada en las siguientes consideraciones: a) es un espacio en el cual este alumno pueda ponerse a prueba en aspectos como administración, docencia e investigación, demostrando hasta donde el proceso de formación da resultados y cual es su capacidad en la solución de problemas. b) es posible que exista una mejor relación entre el auxiliar de docencia y los estudiantes. c) da la posibilidad de identificar estudiantes con liderazgo y características docentes para ser promovidos en el campo académico.

5.6.3 Aspecto académico

Es importante aclarar que el estudiante no asiste al laboratorio como el caso de una asignatura o un laboratorio tradicional, con unos contenidos que debe aprender mediante el método conductista con guías y con énfasis en los resultados al margen del fenómeno, a los cuales debe responder a una asistencia obligatoria y una evaluación cuantitativa. Por el contrario, se trata básicamente de una manera de desarrollar los sentidos y la capacidad de pensar a través de la observación de uno modelos que simulan un fenómeno escogido libremente por el estudiante.

5.6.4 Aspectos didácticos

Esta conformado por un grupo de materiales didácticos artificiales y naturales con los cuales el estudiante puede construir aquellas estructuras con las que pretende simular un comportamiento físico o natural, con el propósito de percibir con mayor claridad los fenómenos de interés particular presentes en la ingeniería civil. Se recomienda utilizar objetos con formas geométricas regulares, ya que permite una fácil descripción, comprensión y explicación de los cambios de comportamientos que sufre la estructura.

5.6.5 Normas académicas

Estas normas comprenden aspectos relacionados con el uso del espacio físico, los materiales didácticos, los modelos, la información, el comportamiento personal dentro del laboratorio, la presentación del informe definitivo, el plan de trabajo y la exposición del mismo.

5.7 Funcionamiento del laboratorio

El laboratorio es un espacio académico que debe funcionar permanentemente con el fin de dar la oportunidad al estudiante de programar su trabajo en el horario que estime más conveniente, comenzando a responsabilizarse de su tiempo.

La primera etapa comprende una fase de estudio y reconocimiento del laboratorio que le permita familiarizarse con cada sección de trabajo, continúa con las fases de estudio y selección de fenómeno. Con base al fenómeno a estudiar y con la asesoría del orientador, el alumno inicia la organización y programación de su plan de trabajo, el cual contiene básicamente los siguientes pasos: 1) informe previo sobre la comprensión del fenómeno, 2) formalización del mismo (esquema o modelo gráfico), 3) diseño de la estructura con la cual se piensa simular el fenómeno, 4) verificación de la posibilidades de diseñar el modelo, 5) preparación de los materiales y construcción del modelo, 6) simulación y observación del fenómeno, 7) tiempo para reflexión y estudio de lo observado, 8) preparación del documento y exposición, 9) reconstrucción del fenómeno, ajustes al documento y exposición, 10) entrega definitiva del documento, 11) programación y realización de la exposición.

5.7.1 Como modelo de formación individual

El laboratorio como espacio para la comprensión de fenómenos (y como base en la formación en la investigación), constituye un modelo experimental de formación individual, que por su característica académico-experimental, el estudiante es su propio

maestro, instructor y guía en el diseño y realización de sus tareas de observación y experimentación. Donde se inicia con el método de ensayo y error como una manera de empezar a construir su propio conocimiento. Al tener que enfrentar individualmente el problema, el estudiante se ve en la necesidad de recurrir a todas sus capacidades físicas y mentales, sus sentidos, su creatividad e imaginación para hacer la recepción de la información no solo la contenida en los textos, sino la que recibe de la observación del modelo.

5.7.2 Como una acción integral del conocimiento

El laboratorio de fenómenos busca ser un espacio de reencuentro del estudiante de semestres superiores con la experimentación y observación básica de fenómenos particulares en los cuales este interesado modelar de manera simple y sencilla.

5.7.3 Relación con las matemáticas y los conocimientos de la física

La física y las matemáticas no solo son fundamentales en la formación del ingeniero por el conocimiento específico que pueden aportar, sino que enseñan (en cierta forma) el arte de plantear y resolver problemas. De allí que se convierten en importantes herramientas de análisis en la modelación, generación de soluciones y toma de decisiones.

De esta manera, los conocimientos de matemáticas deben ser integrados en la definición de las relaciones entre las diferentes manifestaciones que se presentan en la observación del fenómeno y en todas aquellas expresiones que sean necesarias establecer. Los conocimientos de física serán integrados en los aspectos relacionados con la explicación antes, en y después de la observación del comportamiento del modelo.

Es comprensible que al nivel de primer semestre y con el tipo de formación educativa que ha sido preparado el estudiante en el bachillerato, encuentre una gran dificultad en integrar los conocimientos adquiridos hasta ese momento con los obtenidos en el laboratorio, pero es un reto para el estudiante y una condición necesaria en su formación.

5.8 Equipo básico de trabajo

Como implementación del laboratorio se construyeron dos equipos que por sus características, diseño y construcción permiten no solo hacer ciertas modelaciones generales, sino también algunas aplicaciones para el estudio de algunos fenómenos particulares en la ingeniería civil para cursos superiores. En la medida que se gane experiencia y se comprende la im-

portancia en la preparación académica de los estudiantes a través de laboratorio, se irá perfeccionando y desarrollando nuevos materiales y formas de simulación de fenómenos que garantice una mejor calidad en la comprensión y el aprendizaje por parte del estudiante.

Los elementos o materiales empleados en el modelo constituyen en si una manera de estudiar un fenómeno, por ejemplo, las espumas que se utilizan con el equipo pueden usarse para estudiar deformaciones por cambio de forma o de volumen.

5.8.1 Cilindro de prueba

Equipo conformado por una base rígida en aluminio con un sistema de entrada y salida de agua, un piezómetro, un cilindro de lucita, un embolo con una válvula de aire, un juego de pesas y materiales de simulación como espumas cilíndricas y esferas de diferentes tamaños (ver figura 1).



Figura 1. Cilindro de prueba.

En la figura 1, al lado izquierdo se observa los elementos que conforman el cilindro de prueba de manera independiente. En el lado derecho se ve el modelo construido, éste se puede montar y desmontar fácilmente.

Con este equipo se puede simular varios comportamientos que pueden ser aplicados al conocimiento la ingeniería civil, entre los cuales se puede mencionar la expansión por absorción de agua, la succión, la compresibilidad, el fenómeno de consolidación y la compactación. Al igual que conceptos como densidad, compresión, tensión, presión hidrostática y drenaje, es mas, incorporándose un resorte al embolo puede simularse el modelo de consolidación de Kart Terzaghi.

Como la prueba de consolidación consiste en cargar la muestra cuando esta se encuentra saturada y luego permitir que drene, en este modelo se hace lo mismo, una vez cargada la espuma a través del embolo (colocando pesas) se abren las llaves de drenaje inferior y se observa como la espuma va disminuyendo su altura, por lo tanto su volumen, la cual representa la deformación o cambio de volumen que

sucede en la muestra de suelo, de igual manera se observa como el nivel del agua en el piezómetro ha descendido, lo que se interpreta que los esfuerzos son ahora soportados por la espuma, en el caso real, por la estructura del suelo.

5.8.2 Tanque Hidrostático

Modelo cuya cara frontal esta conformado por un cristal de 6mm de espesor, mientras sus caras laterales y base son en aluminio, al igual que su cara posterior, la cual esta perforada en 27 puntos y unidos con tubos piezométricos. En la base de las caras laterales se encuentra un juego de llaves que permite la entrada y de salida del agua.



Figura 2. Tanque hidrostático

En la figura 2, en el lado izquierdo se tiene una vista frontal del tanque hidrostático, en el lado derecho se observa los tubos piezométricos.

Cuando el tanque se llena solamente con agua, se observa que en los 27 piezómetros se alcanza el mismo nivel. No ocurriría lo mismo si se llena con materiales como espumas permeables e impermeables colocadas de tal forma que simulen una estructura. Se observa que el agua en los tubos piezométricos alcanzara niveles diferentes que dependen del tipo de estructura, de esta manera se observa el comportamiento del agua a través dicha estructura. Las espumas pueden ser reemplazadas por materiales naturales como suelos (arcilla, arena, limos).

5.9 Propuesta pedagógica

El laboratorio de fenómenos generales responde a una propuesta en el rediseño curricular de un modelo de acción constructivista, donde el estudiante aprende a aprender mediante la utilización de métodos y procedimientos propuestos, que le ayuden a crear su propia forma de trabajo, su enfoque del mundo, su realidad, su autonomía académica y su capacidad creativa y crítica

Para ello, debe ser ubicado en los dos primeros semestres, donde el estudiante iniciará por su propia cuenta el proceso de aprendizaje con responsabilidad y autonomía, favoreciendo el desarrollo de habilidades y destrezas que lo lleven a generar hábitos de

trabajo, estudio, observación e investigación, como elementos esenciales en su proceso de formación.

6 PROPÓSITOS

El desarrollo de una estructura mental a través del proceso de interacción sujeto-realidad y sujeto-modelo.

La formación del estudiante en el proceso investigativo como soporte en la formación científica en el campo de la ingeniería.

La capacitación en la identificación y formulación de un problema en ingeniería.

El cambio de actitud frente a la ciencia y el aprendizaje.

La sensibilización del estudiante frente a la responsabilidad y el correcto comportamiento en los espacios universitarios.

El adiestramiento en la identificación de necesidades y problemas reaccionados con la ciencia, la tecnología y la técnica.

7 REFERENCIAS

- Blansford, D. Jhon, Stein, S. Barry. 1980. *Solución ideal de problemas*. Barcelona: Editorial Labor, S.A.
- De Bono, Edward. 1993. *El pensamiento lateral*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, S.A.
- Descartes, Renato. 1981. *Discurso sobre el método*. Bogotá D.C: Ediciones Universales.
- Díaz, J. Jairo. 1997. Comunicación personal. Universidad del Quindío. Programa de Ingeniería Civil. Armenia.
- Hessen, Juan. 1981. *Teoría del conocimiento*. Bogotá D.C: Ediciones Universales.
- Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES). 1987. *Planeamientos y reflexiones alrededor del currículo de la educación superior*. Bogotá: Editorial Guadalupe Ltda.
- García M. Juan Diego, Aubad L. Rafael, Suárez O. Edgar, Jimeno Miriam, González Sergio, Trujillo Jhon, Aguirre Eduardo, Paredes Ligia Marina. *Misión nacional para la modernización de la universidad pública*. Bogotá D.C: Editorial Presencia Ltda.
- Selsam, Howard. 1968. *Que es la filosofía?*. México D.F: Editorial Grijalbo, S.A.
- Sikora, Joachim. 1979. *Manual de métodos creativos*. Buenos Aires: Editorial Kapelusz, S.A.
- Yoritomo, Yeshi. 1981. *El sentido común*. Bogotá D.C: Ediciones Universales.