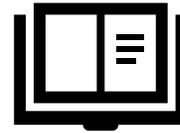




+Cuaderno de apuntes de Física Experimental



Introducción

La asignatura Física Experimental, dentro de los planes de estudio 2015 para las carreras de Ingeniería Geofísica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica, pretende como un primer intento coadyuvar en la formación científica de los alumnos al introducirlos en el estudio de algunos de los fenómenos físicos que todo estudiante de ingeniería debe conocer, comprender y saber interpretar a través de la experimentación.

En virtud de que el curso de Física Experimental fue adaptado a las necesidades propias de los alumnos de las carreras de ingeniería mencionadas en el párrafo anterior, fue necesario trabajar en este cuaderno de apuntes, que tiene la finalidad de apoyar tanto a los profesores como a los alumnos en el tratado general de los temas que se abordan en el programa de la asignatura. Este cuaderno de apuntes tiene la particularidad de definir los conceptos de forma sencilla y concreta, además de describir algunos fenómenos físicos donde la variables involucradas tienen un comportamiento lineal, y que permiten un modelado matemático sencillo, de tal suerte que esto facilita que los alumnos entiendan su comportamiento y puedan inferir la importancia de las actividades en el laboratorio: desde el diseño de los experimentos, el manejo de los instrumentos de medición para la toma de lecturas, el tratamiento y análisis de los datos experimentales, hasta la obtención de modelos gráficos, modelos matemáticos y la interpretación física que representan en el modelo teórico.

Para la realización de cualquier experimento de laboratorio, es conveniente seguir el método científico, ese que desde la educación básica se aborda en los libros de texto. En este sentido, cabe mencionar que la asignatura de Física Experimental tiene laboratorio integrado, por tanto, el mismo profesor de teoría impartirá las sesiones experimentales apoyándose de un manual de prácticas con el enfoque del método científico.

El manual de prácticas de laboratorio de Física Experimental fue diseñado con base en el contenido del programa de la asignatura y consta de doce prácticas distribuidas como se indica en la tabla de abajo.

Tema	Prácticas
Conceptos básicos de metrología.	Caracterización de un voltímetro analógico.
	Caracterización de un dinamómetro.
Mecánica clásica.	Movimiento uniformemente acelerado.
	Movimiento y energía en un plano inclinado.
Mecánica de fluidos.	Propiedades de las sustancias.
	Gradiente de presión.
Termodinámica.	Algunas propiedades térmicas del agua.
	Leyes de la Termodinámica.
Electromagnetismo.	Carga y corriente eléctricas.
	Fuerza magnética sobre un conductor.
Movimiento ondulatorio.	Movimiento ondulatorio.
Óptica geométrica.	Reflexión y refracción (transmisión) de la luz.

Cada una de las prácticas de laboratorio está estructurada de tal forma, que el estudiante pueda aplicar el método científico para reproducir, analizar y comprobar el comportamiento de algunos fenómenos de las diferentes áreas de la Física. El formato de las prácticas contempla, las medidas de seguridad en la ejecución de los experimentos, los objetivos de aprendizaje, la lista de materiales y equipos de medición a utilizar, las instrucciones para realizar los experimentos, los diagramas de conexión y las actividades que el alumno debe registrar y reportar en su informe de práctica, esto incluye, los modelos gráficos y matemáticos correspondientes, así como una serie de preguntas finales a manera de corroborar el aprendizaje por parte del alumno. Al final de cada práctica se incluyen algunas expresiones matemáticas relacionadas con el tema y que servirán de recordatorio durante el trabajo experimental. Por último, se sugieren algunos títulos de libros como bibliografía para que el alumno pueda profundizar en el tema de la práctica.

Debido a que el laboratorio de Física Experimental se encuentra certificado bajo la norma ISO9001:2015, en el proceso de impartición de prácticas, es importante la participación tanto del profesor como de los alumnos en las actividades que repercutan en el buen desempeño del Sistema de Gestión de la Calidad, que busca ante todo, brindar el mejor servicio a los alumnos en cuanto al buen estado de las instalaciones, la suficiencia de material y equipo y la garantía de contar siempre con el apoyo académico necesario para realizar el trabajo experimental. Todo esto en espera de ver reflejada una buena formación científica en los alumnos como parte esencial en su proceso de aprendizaje.

Profesores que apoyaron en la elaboración y revisión de estos apuntes.

Elizabeth Aguirre Maldonado
Luis Javier Acosta Bernal †
Eduardo Bernal Vargas
Juan Carlos Cedeño Vázquez
Alicia María Esponda Cascajares
Rigel Gámez Leal
Beatriz Eugenia Hernández Rodríguez
Gabriel Alejandro Jaramillo Morales
Mayverena Jurado Pineda
Lucía Yazmín Juárez de la Mora
Eduardo López Molina
M. del Carmen Maldonado Susano
María del Carmen Melo Díaz
Carlos Alberto Pineda Figueroa
María Ofelia Rodríguez Durán
Luis Andrés Suárez Hernández
Rafael Guillermo Suárez Nájera
Manuel de Jesús Vacio González
Fernando Vega Calderón
Alfredo Velásquez Márquez
Salvador Enrique Villalobos Pérez

1. Física e ingeniería

Objetivo. El alumno comprenderá la importancia del estudio de la Física en las carreras de ingeniería.

1.1 Definición de Física y su campo de estudio.

1.1 Generalidades

A través de los sentidos, los seres vivos somos capaces de percibir el comportamiento de aquello que nos rodea y de aquello que forma parte de nosotros. Cuando experimentamos algún evento y posteriormente nos enfrentamos a otro similar, entonces naturalmente los relacionamos, ello provoca que, al presentarse nuevamente en el futuro, un tercer evento bajo condiciones semejantes se espere como resultado, una respuesta o efecto parecido a lo ocurrido en los eventos anteriores.

A partir del desarrollo de la inteligencia humana el hombre se vio en la necesidad de cuestionarse el porqué de los eventos que ocurrían a su alrededor ¿Por qué hay luces en el cielo? ¿Por qué llueve? ¿Cómo llegué hasta aquí? Las respuestas más inmediatas a este tipo de preguntas consistían en atribuciones a entidades divinas y sus explicaciones estaban estrechamente ligadas a estas complejas personalidades; sin embargo con el paso del tiempo otro tanto de estos cuestionamientos comenzó a someterse a una estructura de pensamiento distinta, en la que, en función del análisis, síntesis e interpretación se establecían juicios deductivos o inductivos con el fin de establecer teorías útiles para la predicción de un estado o grupo de estados.

Fue entonces cuando a raíz de un conjunto de información adquirida de manera sistemática, razonada, comprobable y perfectible inicia una de las actividades más complejas y hermosas para el ser humano: la ciencia.

1.2 Definición de ciencia y su clasificación

La ciencia es el conjunto de conocimientos ciertos y comprobables, metódicamente fundados obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurado y de los que se deducen principios y leyes generales; en otras palabras, la ciencia es el conjunto de métodos, técnicas y procedimientos que se emplean para producir conocimiento nuevo.

De acuerdo con el área de estudio, la ciencia se clasifica en ciencias formales y empíricas, como se muestra en la figura 1.1.

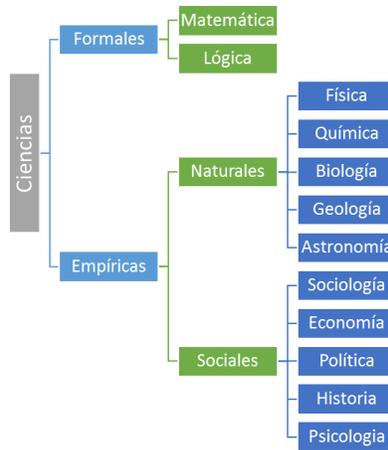


Figura 1.1. Clasificación de la ciencia

1.3 Definición de Física y su campo de estudio

En los comienzos de su desarrollo, la Física se consideraba como una ciencia dedicada a estudiar todos los fenómenos que se producen en la naturaleza, en la que se empleaban los sentidos para obtener información. Etimológicamente, la palabra física se deriva del término griego “physos” (naturaleza) y hace alusión al estudio de la naturaleza.

La Física, en especial, se posicionó como una ciencia empírica, la ciencia de la medición por excelencia, ya que su desarrollo gira en torno a la posibilidad de cuantificar las características de los fenómenos naturales. En otras palabras, el objetivo de la Física es el estudio de los fenómenos fundamentales de la naturaleza, la materia, la energía y el espacio, así como la interacción entre ellos, utilizando para ello las Matemáticas como una herramienta indispensable.

El estudio de la Física en la actualidad ha logrado avances a través de la investigación que explican, mediante diversas teorías, la relación entre los fenómenos observables y aquello que el ser humano no es capaz de percibir, estas teorías surgen con base en experimentación, analogías y fundamentos teóricos, plasmados en la historia de la ciencia con el paso del tiempo.

1.2 Clasificación de la Física: clásica y moderna.

Los inicios de la Física se atribuyen a 500 años antes de la era cristiana, con los antiguos griegos quienes trataron de explicar el origen del universo y el movimiento de los planetas. Desde entonces, la historia de la Física ha sido una novela turbulenta de lealtad entre teorías y su emigración a otras, todas ellas con el mismo protagonismo, una realidad certera en un mundo de infinitas posibilidades.

Desde la definición de las leyes de la Mecánica clásica hasta las ecuaciones de Maxwell, todo parecía estar tranquilo, los científicos creían haber descubierto la mayoría de los rasgos que describían el mundo físico cotidiano, hasta 1890 cuando el fenómeno de la luz comienza a ocasionar ciertas inconsistencias dentro de las leyes de la Mecánica establecida por Newton. Es esta fascinante manifestación la misma que marca la separación entre las teorías pertenecientes a la Física Moderna y la Física Clásica.

En resumen, la Física se clasifica como se muestra en la figura 1.2.

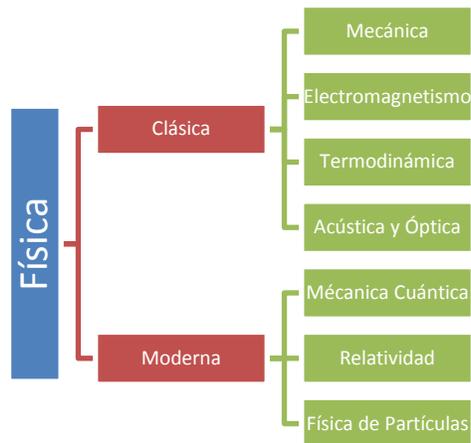


Figura 1.2. Clasificación de la Física

Mecánica. Estudia las fuerzas y movimientos que ocurren en cuerpos macroscópicos tanto sólidos como fluidos a velocidades sensiblemente inferiores a la velocidad de la luz. La Estática, Dinámica y Cinemática son partes de esta disciplina.

Electromagnetismo. Estudia los fenómenos eléctricos y magnéticos unificándolos en una sola teoría.

Termodinámica. Estudia los procesos de intercambio de energía en forma de calor y como pueden ser utilizados para realizar trabajo, entre otras cuestiones, analizando y describiendo los estados de equilibrio de los sistemas.

Acústica y Óptica. Estudia todos los fenómenos y propiedades relacionadas con las ondas, la Óptica que estudia los fenómenos de la luz y la Acústica que estudia los fenómenos del sonido forman parte de esta disciplina.

Relatividad. Estudia y analiza los fenómenos físicos que ocurren a velocidades cercanas a la velocidad de la luz.

Mecánica cuántica. Estudia el comportamiento y los fenómenos que ocurren a escalas microscópicas entre átomos y las partículas que los componen.

Física de partículas. Estudia la composición de las partículas que conforman los átomos, así como sus interacciones.

1.3 Concepto de Ingeniería. Áreas de la Ingeniería.

La inquietud por comprender el espacio que nos rodea provocó el nacimiento de disciplinas que permitieron aplicar diversos conocimientos para la creación de nuevas herramientas, que facilitaron y aumentaron la eficiencia, tanto del tiempo como del esfuerzo humano. De este modo la ingeniería es una actividad humana que se define como el crear, proyectar, desarrollar y construir sistemas

físicos y lógicos mediante la tecnología en beneficio de la sociedad. El término ingeniería tiene su origen en el vocablo latino *ingenium*, el cual significa “producir”, “inventar” o “crear”.

Los ingenieros necesitan sólidos conocimientos en Matemática, Física, Química, entre otras áreas de la ciencia, a fin de emplear los materiales y las fuerzas de la naturaleza de manera óptima, en beneficio de la humanidad. Asimismo, requieren creatividad e imaginación para concebir cosas que aún no existen y transformar su conocimiento teórico en acciones prácticas, además de capacidad de previsión, análisis y resolución.

La ingeniería se ha dividido en áreas debido al gran campo de estudio y actividades que comprende, esta división puede diferir por regiones o países ya que se toman en cuenta para su clasificación factores como: la actividad industrial que se desarrolla, la formación educativa, la tecnología y la destreza necesaria para llevar a cabo proyectos en diferentes sectores de la población. Un ejemplo, es la clasificación que dentro de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México se ha adoptado, la cual se muestra a continuación:

- Mecánica.
- Petrolera.
- De minas y metalurgia.
- Biomédica.
- Civil.
- Industrial.
- Eléctrica y electrónica.
- En computación.
- En Telecomunicaciones.
- Geológica.
- Geofísica.
- Mecatrónica.
- Geomática.
- Ambiental.
- Aeroespacial.

La ingeniería cambia constantemente, el desarrollo tecnológico y las demandas de la sociedad son el factor determinante en la modalidad de trabajo del ingeniero, es su deber estar al tanto de los cambios que se presenten y ser capaz de desenvolverse en el diseño, la planeación y adaptación de modelos, la tecnología, producción, organización, control de calidad, dirección de proyectos, investigación, gestión financiera, entre otros.

Por último, es importante recalcar que la labor que un ingeniero ejerce va más allá de un pensador sistemático, capaz de optimizar costos y resolver problemas o de sencillamente aplicar ciencia, sus decisiones deben considerar todo el valor humano, incluso por encima de la inmediatez de lo que puede representar un beneficio, pues es un elemento fundamental del nacimiento tecnológico y cambio socio cultural.

1.4 Método de estudio en la Física: el método científico experimental.

El método científico es una herramienta que estructura la manera en que se busca comprobar la causa, el comportamiento y/o la consecuencia de algún suceso. Para probar la validez de una afirmación, se debe recurrir a la experimentación, desde la observación de las variables involucradas, hasta la demostración de un objetivo.

El método científico experimental pretende crear modelos que permitan predecir el comportamiento de algunos fenómenos de la naturaleza; a través de la observación sistemática y de la manipulación de algún evento, es decir, de la modificación deliberada de algunos factores cuyo efecto sobre el objeto de estudio se quiere conocer.

La observación se asocia con la detección de los eventos particulares para el investigador y las relaciones que puedan existir entre ellos. La ciencia comienza con la observación, que puede ser considerada como el método para recoger datos. En la observación el investigador considera los fenómenos tal como se presentan, sin modificarlos ni actuar sobre ellos.

Se empieza por formular una proposición cuya solución sea de interés. A continuación, mediante la aplicación de las leyes físicas, se formula una hipótesis en la que se tratan de identificar los efectos más importantes que intervienen en el fenómeno dado, y mediante un proceso deductivo, se hace una predicción sobre cuáles son las variables relevantes en el problema, y cuál es la relación matemática entre ellos; a dicha predicción se le llama generalmente, modelo.

Sabiendo qué medir, se puede planear y ejecutar un experimento que permita verificar la predicción hecha, o, en su caso, encontrar la relación empírica buscada. El siguiente paso es analizar los datos obtenidos del experimento, interpretar los resultados de ese análisis y llegar a conclusiones sobre la validez de las hipótesis hechas, la calidad del experimento, etc. Una vez hecho esto, será posible decidir si se ha resuelto el problema planteado inicialmente y en qué medida las hipótesis iniciales son las adecuadas para describir al fenómeno observado. Finalmente, en caso de que el problema se considere satisfactoriamente resuelto, se procederá a escribir un informe en el que se comuniquen los resultados en forma clara.

A continuación, se enuncian algunas etapas del método científico experimental que permiten llevarlo a cabo de manera ordenada:

- I. *Observación.* El primer paso en este método se refiere a la búsqueda de patrones que ocurren en los fenómenos asociados a un objeto de estudio, con ayuda de técnicas, métodos y tecnología que faciliten, como su nombre lo indica, la observación del comportamiento de los fenómenos.
- II. *Hipótesis.* Una vez que se ha observado, entonces se realiza un planteamiento que describe posibles explicaciones de lo que previamente se ha presenciado, englobando esto en una idea que delimitará la búsqueda y permitirá llevar a cabo una experimentación eficaz.
- III. *Experimentación.* Al acotar la experimentación en la hipótesis, será posible elaborar un plan que sea funcional para adquirir datos suficientes y reales del objeto de estudio.

- IV. *Validación de la hipótesis (teoría).* En este paso, ya se cuenta con la información necesaria para comprobar si la hipótesis fue o no del todo cierta y en caso de serlo, se complementa la misma.
- V. *Formulación de leyes y teorías.* Por último, se define un modelo que caracterice el comportamiento del objeto de estudio, tanto en percepción como en comprobación analítica.

Cabe mencionar que las etapas anteriores pueden ser modificadas, ampliadas o acotadas de acuerdo con el caso de estudio ya que éste puede ser tan específico como se requiera.

1.5 Método de resolución de problemas en la ingeniería.

Del mismo modo que en el método científico experimental, un método de resolución de problemas a través de la ingeniería puede ser descrito a partir de la generalización de los pasos a seguir para resolver un problema. La diferencia entre un método de estudio en física y un método de resolución en ingeniería, radica en que, una vez comprobado el comportamiento de un fenómeno físico, la comprobación es adoptada como una herramienta en la ingeniería, es decir, una vez que se ha estudiado un fenómeno a fondo y se conoce el comportamiento de sus propiedades por medio del método científico, entonces la ingeniería toma toda la información verídica para crear sistemas funcionales con ella.

Un ejemplo de generalización del proceso empleado para resolver problemas de ingeniería es el siguiente:

1. *Identificación del problema.* A veces al enfrentarnos con un problema o tratar de encontrar una forma más sencilla de resolverlo, se puede cometer el error de atacar un punto erróneo que no precisamente cumpla con el fin que se intenta alcanzar, es por ello, que es esencial identificar el verdadero problema, o el factor que debe modificarse para hallar la solución de éste.
2. *Recopilación de información.* Para poder hacer frente a los factores identificados en el primer paso de este procedimiento, se reúne y sintetiza información investigada, así como los conocimientos del tema con los que ya se cuenta.
3. *Análisis del problema.* Sabiendo cómo abordar el problema, entonces se describe con detalle y se estudian las variables involucradas para saber en qué condiciones se resolverá.
4. *Búsqueda de soluciones.* Se proponen soluciones creativas que desde diferentes puntos de vista sean viables para utilizar lo que se tiene, satisfaciendo las necesidades que el problema demande.
5. *Toma de decisiones.* Se evalúan y comparan las soluciones que permitan resolver con eficiencia el problema en cuestión, después de ello, se selecciona la opción que mejor se adapte, trabajando entonces sobre ella para mejorarla.
6. *Especificación.* Para terminar, se describe minuciosamente la solución seleccionada, presentando por escrito el objetivo de su elaboración y las justificaciones que clasifican la solución, como la óptima para su empleo.

1.6 Interacción entre la Física y la Ingeniería.

Es posible notar que la Física y la Ingeniería se encuentran en constante interacción, ya que la Ingeniería depende de la Física para poder fundamentar sus diseños.

Desde la antigüedad, cuando las demostraciones matemáticas aún no estaban desarrolladas, las personas inventaron herramientas con materiales a su alcance para facilitar sus actividades, teniendo como única garantía de su funcionamiento una serie de pruebas y errores que validaron sus invenciones, no obstante, esa falta de recursos para su justificación o fundamentación teórica ocasionó el desperdicio de talento, tiempo de fabricación, material e incluso provocó riesgos y desastres inesperados.

Al saber cómo se comportan los fenómenos físicos, es más sencillo contar con diferentes opciones para solucionar un problema, combinando la creatividad con fundamentos físicos, permitiendo utilizar diversos materiales, generar configuraciones que satisfagan los objetivos y manufacturar aquella que resulte la mejor opción en cuanto a precio, tamaño, eficiencia, entre otros aspectos que se toman en cuenta dentro del diseño en la ingeniería.

Cualquiera de las ramas de la ingeniería, está gobernada por las leyes de la Física. No obstante, la Física en ingeniería es su mayor aliada.

Por ejemplo, en la Ingeniería civil se aplican los conocimientos de Física, Química, Cálculo y Geología para la elaboración de infraestructuras, obras hidráulicas y de transporte. Cuando se construye una presa, se tiene que ver la velocidad con que llega el río, y la presión de agua que la presa va a soportar y con base en ello se deben realizar los cálculos necesarios para que los materiales soporten esa gran cantidad de agua que llegará, además habrá que ver cómo afecta la fuerza de origen gravitatorio al río, para saber en qué punto es más recomendable situar la presa. Para todo lo anterior, es necesario tener un conocimiento bien fundamentado de Física.

Bibliografía:

- I. *1. Método científico*. Publicaciones UNAM. Facultad de Medicina. Octubre 1998. Formato: pdf. Fecha de consulta: 26 de junio de 2016. [En línea]. Disponible en: <http://www.facmed.unam.mx/publicaciones/libros/pdfs/metod_1-30.pdf>.
- II. *La relación entre la ingeniería y la ciencia*. Revista Facultad de Ingeniería No. 31. pp. 156-174. junio, 2004. Formato: PDF. Fecha de consulta: 25 de agosto de 2017. [En línea]. Disponible en: <<http://www.redalyc.org/html/430/43003113/>>
- III. YOUNG, Hugh D., FREEDMAN, Roger A. *Física universitaria con física moderna*. 13a. edición. Addison Wesley. México, 2013.
- IV. *Capítulo 1 Introducción a la física*. Formato: .pdf. Disponible en: <<http://www.esi2.us.es/DFA/FISICATELECO/archivos/curso0405/apuntes/Cap01.pdf>>.